

VISIT...

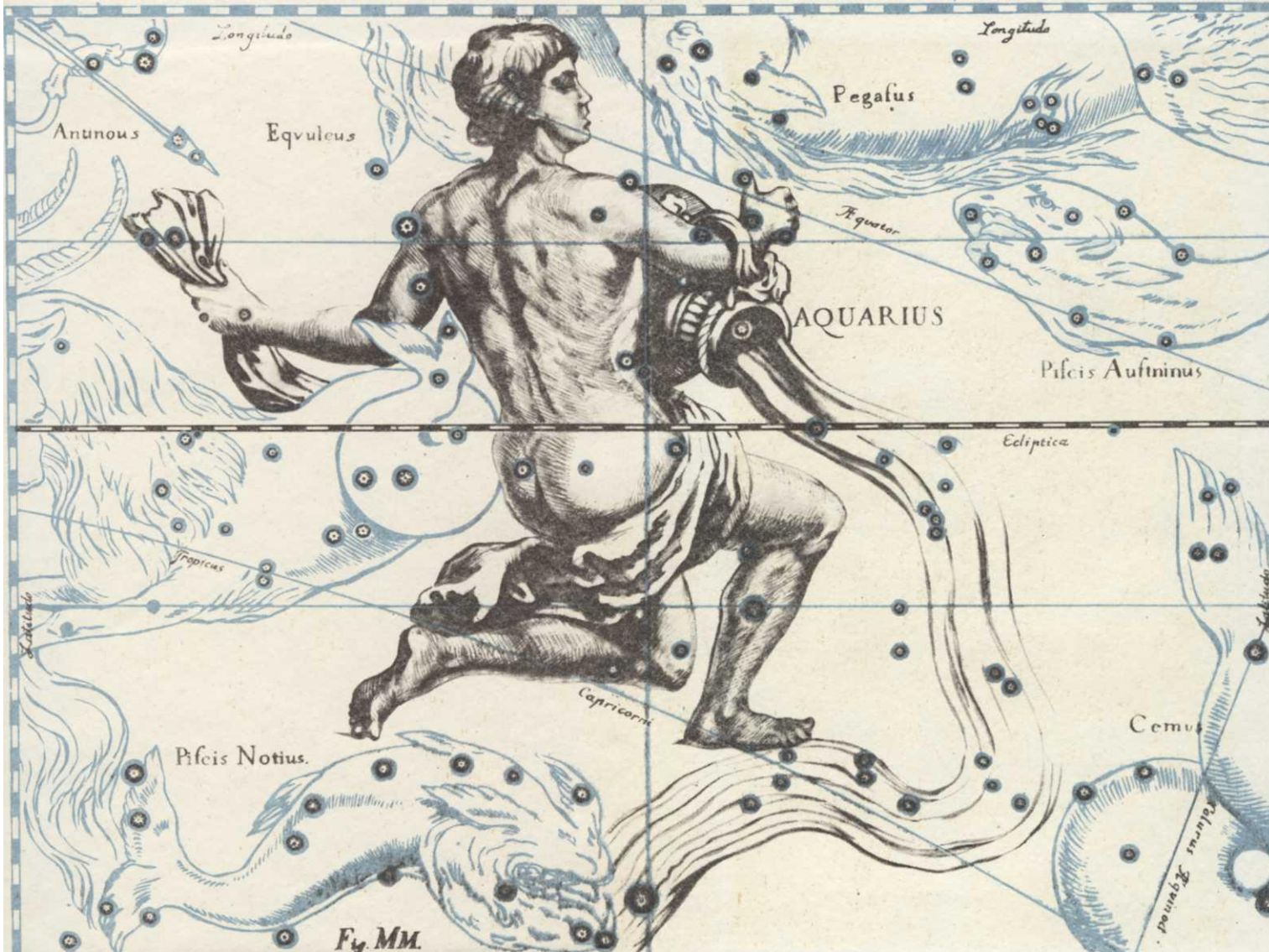
LANZAROTE
Caliente.COM

И.А.КЛИМИШИН

ЖЕМЧУЖИНЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

Жемчужины звездного неба





Longitudo

Longitudo

Antinous

Equuleus

Pegasus

Equator

AQUARIUS

Piscis Austrinus

Ecliptica

Tropicus

Capricorni

Piscis Notius

Cetus

F. MM.

pour les sciences

ANDROMEDA



ЖЕМЧУЖИНЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА ● ЖЕМЧУЖИНЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

И.А.КЛИМИШИН

ЖЕМЧУЖИНЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

КИЕВ"РАДЯНСЬКА ШКОЛА" 1988

ББК 22.6

К49

Переведено по изданию: **И. А. Климишин.**
Перлини зоряного неба.— К.: Рад. шк., 1981.

Перевод с украинского
Переводчик **Ю. И. Изотов**
Художник **В. Т. Косенко**

Климишин И. А.

К49 Жемчужины звездного неба.— К.: Рад. шк., 1988.— 206 с.: ил.

ISBN 5—330—00383—0

В книге в популярной форме рассказывается о различных созвездиях. Излагается содержание некоторых древнегреческих мифов и легенд, с которыми связаны наименования созвездий, описываются наиболее интересные объекты в различных созвездиях.

Издание книги на русском языке отличается от украинского (1981 г.) тем, что оно дополнено разделом «Перечень простейших астрономических наблюдений», а также приложениями.

Для учащихся среднего и старшего школьного возраста.

К 4802020000—199 КУ—№ 9—46—88
М210(04)—88

ББК 22.6

ISBN 5—330—00383—0

- © Видавництво «Радянська школа», 1981
© Перевод на русский язык, дополнение. Издательство «Радянська школа», 1988

ОТ АВТОРА

С незапамятных времен звездное небо очаровывало людей своей непостижимой красотой и таинственностью, манило их в свои бескрайние дали. Поэтому не удивительно, что прекрасная мечта о полетах к Луне и звездам запала людям в душу еще в те времена, когда они ничего не знали о своей планете и даже не подозревали, какие расстояния отделяют Землю от других небесных светил. Вспомним хотя бы шумеро-вавилонскую легенду о царе Этане, будто бы оседлавшем орла и пытавшемся достичь жилища властелина небес Ану, чтобы сорвать там траву, которая дала бы человеку бессмертие, или же древнегреческую легенду о Дедале и Икаре, совершивших побег из неволи на искусственных крыльях.

Несколько тысяч лет назад зародилась астронoмия — наука о небе, о законах движения, строения и развития отдельных небесных светил и целых звездных систем. С подножия египетских пирамид, с вершин вавилонских храмов-зиккуратов, с площадок древнекитайских обсерваторий на протяжении ночи велись наблюдения за изменением вида звездного неба. Пристально всматриваясь в звездную даль, древние люди по положению звезд на небосводе определяли начало того или иного времени года, а в движении «блуждающих светил» — планет — усматривали «знамения», которые

якобы «предвещали» судьбу отдельных людей и целых народов...

Прошли столетия. Усилиями ученых многих поколений было установлено истинное положение Земли в Солнечной системе и определены масштабы нашей Галактики. В наши дни астрономы успешно открывают законы строения и развития Вселенной в целом и ее отдельных частей. После запуска в СССР первого искусственного спутника Земли и триумфального полета Юрия Гагарина вокруг нашей планеты началась новая, космическая эра в истории человечества. Искусственные спутники Земли и межпланетные станции словно приблизили нас к звездам. Теперь каждый наш взгляд в небо не может не наполняться новым содержанием, потому что, возможно, как раз через это созвездие сейчас пролетает искусственный спутник, а в другом — находится интересный пульсар, а в третьем — не менее интересная галактика. Туда, в космические дали, ученые направляют сегодня мощные радиотелескопы в надежде установить контакт с другими цивилизациями.

Количество книг, рассказывающих о достижениях современной астрономии, постоянно растет. Значительно реже читателю попадает в руки путеводитель, который провел бы его по лабиринту звездного неба. Как раз таким путеводителем и будет для читателя эта небольшая книга, а поэтому ее (как и любой другой путеводитель) необходимо читать не торопясь, сопоставляя текст с картой звездного неба и с узорами созвездий на небосклоне.

Тем не менее мы последовательно, «отдельными порциями» даем читателю также инфор-

мацию и о внутреннем строении звезд, о происходящих в их недрах процессах, о путях эволюции небесных объектов. Таким образом, заканчивая чтение книги, любитель астрономии не только познакомится со звездным небом, но и составит себе вполне определенное представление о законах строения и развития звезд и их систем, о современном состоянии науки о небе — астрономии.

Описывая созвездия, мы одновременно рассказываем об отдельных их объектах — переменных и двойных звездах, пульсарах, туманностях, галактиках и квазарах, — и там, где о них упоминается впервые, кратко обсуждается их физическая природа. Для лучшего запоминания созвездий приводим и связанные с их названиями отдельные варианты древнегреческих легенд.

Итак, книга должна помочь любителю астрономии изучить расположение отдельных звезд и созвездий на небе, изменение условий их видимости на протяжении суток и года. Сводку собственных наименований звезд с латинскими названиями созвездий, к которым они принадлежат, читатель найдет в конце книги. Для каждой звезды указан ее блеск, спектральный класс и класс светимости, а также расстояние до нее. Там же описаны простейшие наблюдения, выполнение которых дает возможность глубже усвоить особенности движения Солнца, Луны и планет на небе.

По поводу же собственных названий звезд уместно сделать такое замечание. Просмотрев книгу R. H. Allen «Star — Names and their meaning» (N.—Y.; L., 1899; 2-е изд. — 1963), читатель может убедиться в том, что из-за опреде-

ленного «произвола» авторов звездных атласов и каталогов во многих случаях та или иная яркая звезда имеет от двух-трех до более десяти вариантов названий, которые чаще всего являются результатом «игры» букв в слове. Например, звезда ϵ Волопаса — это Микар, Мирар, Мерер, Мейрер, Мезен, Мезер, Мерак, Мирак, а также Перизома, Изар (Ицар) и Пульхеррима. Звезда α Кита — Менкар, Монкар, Менкаб; α Кассиопеи — Шедар, Шедир, Шадар, Шедер, Седер, Шедис, Зедарон; звезда β Дракона — Растабан и Растабен, но также Альваид; γ Дракона — Эльтанин, Эттанин, Этаннин, Этаним, Этамин, а еще — Растабен, Расабен, Растабан и т. д. И так как до сих пор установившейся традиции в наименовании многих звезд, по-видимому, все еще нет, то мы стремились принять в качестве таковых или уже используемые в отечественной литературе, или «легче всего читаемые». Мы склонны также полагать, что вместо уже широко используемых названий Мицар, Мегрец и Альферац следовало бы принять несколько отличающиеся от них Мизар, Мегрез и Альфераз, как это читается у англоязычных народов и что ближе к их первоначальному арабскому звучанию.

В списке рекомендуемой литературы приведен перечень книг, с помощью которых читатель может узнать больше о физической природе отдельных объектов звездного неба, о том, как самому сделать телескоп и провести наблюдения, которые имели бы научную ценность.

Несмотря на то, что в наше время изучение окружающей Вселенной производится с помощью мощных телескопов, наблюдения любите-

телей астрономии могут стать весомым вкладом в науку. Ведь иногда именно они первыми сообщали о таком важном явлении, как вспышка новой звезды. Например, любители астрономии первыми обнаружили новые звезды в созвездии Персея (1901), в созвездии Лебеда (1920), в созвездии Ящерицы (1936) и в созвездии Северной Короны (1946). Еще и сейчас любители астрономии довольно часто становятся первооткрывателями комет, проводят серьезные наблюдения переменных звезд, метеорных потоков («звездных дождей») и др.

Мы адресуем эту книгу в первую очередь учащимся и учителям средних школ. Надеемся, что она будет полезной также широкому кругу любителей астрономии, тем, кто хочет детальнее изучить звездное небо — эту живописную сцену, на которой уже миллионы лет разыгрывают свои роли Солнце и Луна, планеты и кометы, то самое звездное небо, которое сегодня «бороздят» искусственные спутники Земли и пилотируемые космические корабли.



АЗБУКА АСТРОГНОЗИИ

Умение распознавать на небе определенные группы звезд (созвездия) и отдельные звезды называют астрогнозией (от греческого «астрон» — звезда и «гнозис» — знание), что и означает дословно «знание звездного неба». Овладеть этим умением легче тому, кто уже успел усвоить элементы школьного учебника по астрономии, в частности, его вступительную часть. Отсылая читателя за подробностями к упомянутому учебнику, отметим только самые главные и интересные детали.

КАК «ПЕРЕКРАИВАЛИСЬ» ГРАНИЦЫ СОЗВЕЗДИЙ

Наблюдая звездное небо, люди выделяли на нем отдельные группы ярких звезд (созвездия) и давали им названия, в которых отображены их быт и способ мышления. Так поступали, в частности, и древнекитайские, и египетские, и вавилонские астрономы. Многие из названий, используемых сегодня, дошли до нас из Древней Греции, где они формировались постепенно, на протяжении сотен лет.

Так в поэме «Труды и дни» древнегреческого поэта Гесиода (VIII в. до н. э.) упоминаются всего лишь две группы звезд — Плеяды и Орион да звезды Арктур и Сириус. Другой известный поэт Гомер (VIII в. до н. э.) прибавил к ним еще Гиады, Боотеса (то есть Волопаса) и Медведицу (или Воз). Древнегреческий ученый Евдокс (IV в. до н. э.), как это следует из стихотворений поэмы Арата «Феномены» (III в. до н. э.), выделял на звездном небе уже 45 созвездий. А в произведении «Альмагест» выдающегося античного астронома Клавдия Птолемея (II в. до н. э.) речь идет уже о 48 созвездиях. Это Большая Медведица, Малая Медведица, Дракон, Цефей, Боотес, Северная Корона, Человек на коленях (то есть Геркулес), Лира или Падающий Ястреб, Птица или Лебедь, Кассиопея, Возничий, Офиух (Змееносец), Змея, Стрела, Орел, Дельфин, Малый Конь, Крылатый Конь (Пегас), Андромеда, Северный Треугольник, Телец, Овен, Рыбы, Водолей, Козерог, Стрелец, Скорпион, Весы, Дева, Лев, Близнецы, Рак, Кит, Орион, Река Эридан, Заяц, Большой Пес, Малый Пес, Корабль Арго, Гидра, Чаша, Ворон, Жертвенник, Кентавр, Зверь (Волк), Южная Корона и Южная Рыба. Названия этих созвездий не изменялись в течение почти полутора тысяч лет.

После кругосветного путешествия Магеллана (1519—1521) астрономы, изучая небо южного полушария, стали пополнять список созвездий новыми названиями. К тому же вскоре астрономы вооружились телескопами. Осматривая небо в телескоп, астроном становился как бы первооткрывателем большого количества звезд и часто пытался объединить их на картах

звездного неба в отдельные созвездия. Так, в частности, благодаря Барчиусу, зятю И. Кеплера, в 1624 г. на картах неба появились созвездия Жираф, Единорог, Муха и Голубь. Выдающийся польский астроном Ян Гевелий (1611—1687) выделил созвездия Гончие Псы, Ящерица, Малый Лев, Секстант, Лисичка, Рысь и Щит.

В целом к началу XX ст. уже насчитывалось 108 созвездий и девять отдельных групп звезд типа Плеяд и Дубинки Геркулеса. На конгрессе Международного астрономического союза в 1922 г. количество созвездий было уменьшено до 88. Тогда же были установлены новые границы между ними, которые существуют и сейчас.

ВЕЛИЧИНЫ И НАЗВАНИЯ ЗВЕЗД

Невооруженным глазом на небосклоне (небесной полусфере) можно насчитать 2000—2500 звезд. Одни из них — ярче, другие — слабее, и заметить это довольно легко. Но как свое впечатление выразить числом?

Астрономы используют для этого понятие «*видимой звездной величины*». Эту совершенно условную характеристику звезды ввел две тысячи лет тому назад древнегреческий астроном Гиппарх, который как бы выступил в роли «судьи», тогда как звезды были претендентами на первое место в своеобразном «конкурсе красоты». Самые яркие из них Гиппарх назвал звездами 1-й величины («присудил» им первое место), чуть слабее — звездами 2-й величины и т. д., а едва-едва заметные — 6-й величины. Со временем было установлено, что поток

световой энергии от звезд 1-й величины в 2,512 раза больше, чем от звезд 2-й величины, в $(2,512)^2$ раза больше, чем от звезд 3-й величины, и т. д.

Звездные величины принято обозначать латинской буквой *m* (первой буквой латинского слова *magnitude* — величина), которая ставится как показатель степени справа сверху от цифры, выражающей ее числовое значение (скажем, 2^m). Вместо слов «поток энергии от звезды» обычно говорят «блеск звезды», «блеск звезды равен столько-то звездным величинам».

В далеком прошлом астрономы довольствовались тем, что определяли положение отдельных звезд на рисунке существа, которое они «рассмотрели» в конфигурации той или иной группы звезд (например, звезда «Сердце Скорпиона»). Со временем (главным образом от арабских астрономов) ярчайшие звезды получили собственные имена (например, звезда Антарес). В 1559 г. итальянский астроном Алессандро Пикколомини (1508—1578) обозначил звезды в каждом созвездии буквами греческого алфавита α (альфа), β (бета), γ (гамма) и т. д. по мере уменьшения их яркости. Эту традицию в 1603 г. закрепил астроном Иоганн Байер (1572—1625) на созданных им картах неба, хотя в некоторых случаях и «перепутал» порядок обозначений, как это увидим далее... Используется также обозначение звезд в созвездиях порядковыми номерами.

Для звезд, яркость которых со временем изменяется, введено обозначение буквами латинского алфавита R, S, RR, AZ и т. д. Менее

яркие переменные звезды обозначаются просто порядковым номером, перед которым ставится латинская буква V.

НЕБЕСНЫЕ КООРДИНАТЫ

Рассматривая небо, мы не воспринимаем «на глаз» разницу в расстояниях до отдельных небесных светил. Это дает возможность ввести понятие *небесной сферы*, имеющей произвольный радиус, в центре которой находится наблюдатель, спроектировать все светила на эту сферу и измерять угловые расстояния между ними. Кроме того, вместо реального суточного движения Земли относительно звезд можно говорить о воображаемом вращении упомянутой сферы вокруг Земли. И если на этой сфере провести определенные линии (большие окружности), то можно создать таким образом определенную координатную сетку.

Представим себе, что мы оказались внутри большого глобуса. Прежде всего обратим внимание на то, что на его поверхности есть две главные точки — *полюса*, относительно которых глобус (небесная сфера) вращается. Далее выделим *небесный экватор* (рис. 1) — большую окружность на сфере, все точки которой равноудалены от полюсов. И, наконец, от одного полюса к другому проведем всевозможные окружности (через каждое светило!), которые называются *кругами склонений*.

Итак, в качестве одной из небесных координат можно выбрать угловое расстояние светила от небесного экватора, измеренное вдоль круга склонений. Эта координата называется *склонением* светила, ее принято обозначать греческой буквой δ (дельта). В направлении от

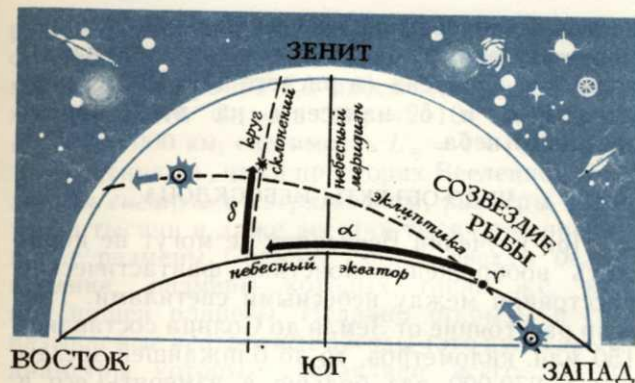


Рис. 1. Положение точки весеннего равноденствия γ на вечернем небе в конце зимы

экватора к Северному полюсу мира склонение δ растет от 0° до 90° , в южной полусфере неба оно изменяется от 0° на экваторе до -90° на Южном полюсе мира.

Теперь на небесном экваторе необходимо выбрать точку, от которой можно было бы измерять угловое расстояние до круга склонений данного светила. Таким «нуль-пунктом» принято считать *точку весеннего равноденствия* — точку на экваторе, через которую проходит центр диска Солнца, когда оно, совершая свое видимое годичное движение на небесной сфере, переходит из южного полушария неба, 20 (или 21) марта в северное. Угловое расстояние круга склонений светила от точки весеннего равноденствия (последнюю обозначают знаком γ), измеренное вдоль небесного экватора в направлении с запада на восток, называется *прямым восхождением светила*. Обозначается прямое

восхождение светила греческой буквой α , измеряется оно в часах (минутах, секундах), реже — в градусах (в расчете $1'' = 15^\circ$). Координаты α и δ нанесены на всех картах звездного неба.

ЧУДО-ОБЪЕКТЫ НЕБОСКЛОНА

При изучении Вселенной не могут не поражать воображение поистине фантастические расстояния между небесными светилами. Так, если расстояние от Земли до Солнца составляет 150 млн. километров, то до ближайшей звезды оно в 270 000 раз больше и измерять его в километрах крайне неудобно. Вот почему астрономы ввели другие единицы измерения расстояний — световой год и парсек. Световой год (1 св. г.) — это расстояние, которое луч света, двигаясь со скоростью $c = 300\,000$ км/с, преодолевает за один земной год (то есть за 31 556 926 с): $1 \text{ св. г.} = 9,46 \cdot 10^{12}$ км. Парсек (1 пк) — это расстояние, с которого радиус земной орбиты был бы виден под углом в $1''$. $1 \text{ пк} = 3,26 \text{ св. г.} = 3,1 \cdot 10^{13}$ км. Следовательно, расстояние до ближайшей звезды составляет 1,31 пк, или 4,26 светового года.

Астрономы установили, что небосклон, образно говоря, щедро усеян подлинными жемчужинами, среди которых — звезды самых разнообразных типов. Как известно, *звезды* — это гигантские раскаленные газовые шары. Каждая звезда имеет определенную массу, радиус, а за единицу времени излучает определенную энергию (эту последнюю характеристику принято называть светимостью звезды). Обычно массу,

радиус и светимость звезды сравнивают с соответствующими характеристиками Солнца (говорят масса звезды равна 1,2 массы Солнца и т. д.), причем масса Солнца $M_\odot = 2 \cdot 10^{33}$ г, радиус $R_\odot = 700\,000$ км, светимость $L_\odot = 4 \cdot 10^{26}$ Вт.

Вяснилось, что в просторах Вселенной есть *звезды гиганты* и *сверхгиганты*, размеры которых в тысячи и даже десятки тысяч раз превышают размеры Солнца. Есть и звезды белые карлики, размеры которых такие же, как и у нашей планеты. Недавно открыты и так называемые *нейтронные* звезды (это пульсары), диаметры которых составляют всего 20—30 километров.

Неодинакова и температура на поверхности разных звезд. Это можно определить уже по цвету звезды. Так, у красных звезд она близка к 3 000 К, у желтых (как у Солнца) — 6 000 К, голубоватых — свыше 30 000 К.

Сегодня уже известно, что в Галактике почти каждая вторая звезда является *кратной системой*, в которой две, три, четыре и даже больше звезд обращаются вокруг общего центра масс. В ряде случаев один из компонентов такой системы периодически закрывает своего соседа, вследствие чего общая яркость системы ритмично изменяется. Сегодня ученые насчитывают около 30 000 *физических переменных* звезд, которые тем или иным образом изменяют свой блеск под действием определенных «внутренних» механизмов.

С помощью самых мощных современных телескопов (напомним, что в конце 1975 г. в СССР введен в строй крупнейший в мире телескоп с диаметром зеркала 6 м) на небесной сфере можно увидеть около 30 млрд. звезд.

Они объединяются в гигантскую звездную систему — Галактику, в которой, по подсчетам, есть около 150 млрд. звезд. Расстояние от одного края Галактики до противоположного световой луч проходит за 100 000 лет. Основная часть звезд Галактики сосредоточена в **Млечном Пути**.

В Галактике выявлены, в частности, меньшие системы звезд — *рассеянные и шаровые скопления*. В каждом из 1000 известных рассеянных скоплений насчитывается от нескольких десятков до нескольких тысяч звезд. Шаровых скоплений известно 129, в каждом из них — сотни тысяч и даже миллионы звезд. Есть в Галактике и туманности самых разнообразных форм. Однако объекты, которые еще не так давно (до 1924 г.) именовались спиральными и эллиптическими туманностями, в действительности оказались далекими *галактиками* — огромными островами звезд в бескрайнем океане Вселенной. Расстояния до них измеряются миллионами и миллиардами световых лет.

О самых интересных представителях упомянутых здесь объектов небосклона мы постепенно расскажем далее на страницах этой книги.

Напомним также, что астрономы уже издавна проводят своеобразную «инвентаризацию» объектов неба, составляя каталоги отдельных типов звезд, туманностей и галактик.

Одним из самых известных является каталог французского астронома Шарля Мессье (1730—1817), в котором насчитывается 109 объектов — ярких (по современным меркам) туманностей, звездных скоплений и галактик. В частности, галактика из созвездия Андромеды имеет в этом

каталоге номер 31, поэтому ее обозначают как объект М 31 (читается «Мессье 31»).

Часто употребляется и нумерация из «Нового общего каталога туманностей и звездных скоплений» (его сокращенное обозначение NGC), который был составлен в 1888 г. английским астрономом И. Дрейером (1852—1926). В нем упомянутая выше галактика М 31 имеет номер 224 (говорим — объект NGC 224).

А теперь — в путь!



НА КРУГЛОСУТОЧНОЙ ВАХТЕ

ОКОЛОПОЛЯРНЫЕ СОЗВЕЗДИЯ

Несколько созвездий, расположенных вблизи Северного полюса, находятся над горизонтом целые сутки. Они, можно сказать, несут круглосуточную вахту. Однако условия для их наблюдений на протяжении года изменяются. Это связано с движением Земли вокруг Солнца.

Речь идет о созвездиях Большой Медведицы, Малой Медведицы, Дракона, Цефея, Кассиопеи, Персея, Андромеды, Жирафа и Рыси.

С поисков **Большой Медведицы** и начинают обычно изучение звездного неба. Вообще же почти каждому это созвездие известно с детства. Наши деды и прадеды называли его Большим Возом. И в самом деле, семь самых ярких звезд этого созвездия создают рисунок, напоминающий воз.

Понаблюдаем за звездами ковша Большой Медведицы на протяжении хотя бы одного-двух часов. Нетрудно заметить, что их положение относительно горизонта изменяется. Обобщая эти наблюдения, скажем, что все звезды движутся вокруг Полюса мира.

Северный полюс мира находим так. Проводим через две крайние звезды α и β ковша Большой Медведицы воображаемую прямую линию (рис. 2). Потом откладываем на ней пять отрезков, равных расстоянию между упомянутыми звездами. Северный полюс мира и расположен вблизи самой яркой звезды из созвездия **Малой Медведицы** (Малого Воза). Эта звезда так и называется — Полярная.

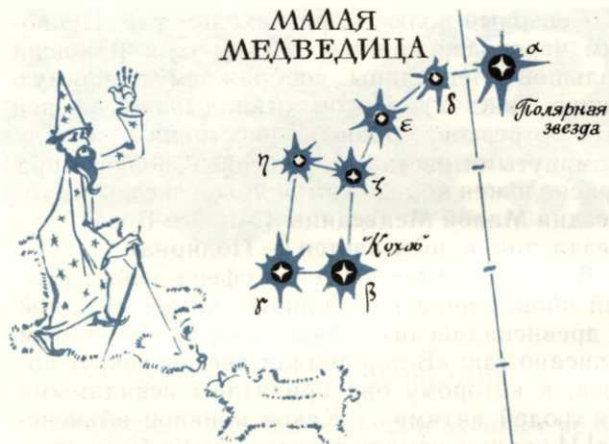
В течение суток небесная сфера делает полный оборот вокруг Полярной звезды. В одной из древнеиндийских «священных книг» об этом написано так: «Ветер движет звезды вокруг полюса, к которому они привязаны невидимыми для людей нитями...» Какое наивное объяснение! И прошло немало столетий, пока было установлено, что это движение небесной сферы — просто отражение вращения Земли вокруг своей оси.

Стоит проследить за тем, как меняется положение Большой Медведицы на небосклоне на протяжении года. Осенним и зимним вечером ковш Большой Медведицы видим ниже Полярной звезды, невысоко над горизонтом. Весенним и летним вечером, наоборот, Большой Воз находится у нас прямо над головой (как говорят, в зените).

Скажем иначе: в 10 часов вечера в начале сентября ручка ковша Большой Медведицы повернута влево вверх. В начале зимы на тот же момент времени она займет положение влево вниз, в начале весны — вправо вниз. В начале июня вечером ковш видим над головой, повернутым ручкой на юго-восток.

За этими ритмичными изменениями Большого Воза на небе на протяжении суток и года

МАЛАЯ МЕДВЕДИЦА



КОВШ БОЛЬШОЙ МЕДВЕДИЦЫ

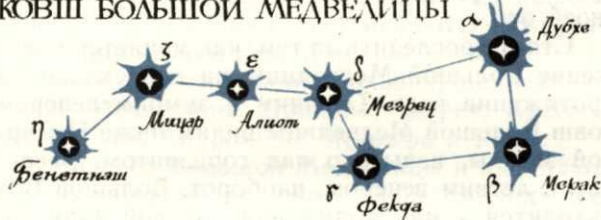


Рис. 2. Положение Полярной звезды на небе

внимательно следили наши предки. Не имея часов, они определяли время по положению звезд на небе. «Вставай, сынок, уже Воз повернулся дышлом вверх, скоро рассвет!» Когда это бывает?

Итак, рассмотрим область неба вокруг полюса и сравним его вид с картой этого участка звездного неба (см. вклейку). На вечернем осеннем небе созвездие Большой Медведицы располагается слева ниже Малой Медведицы. Сразу отметим, что самые яркие звезды Большой Медведицы имеют такие собственные названия (в скобках здесь и далее приводим их округленные звездные величины, без знания которых трудно проводить какие-либо даже любительские астрономические наблюдения): α ($1,8^m$) — Дубхе, от арабского слова «дубб» — медведь, β ($2,4^m$) — Мерак, от «марак» — брюхо, γ ($2,4^m$) — Фекда, от «фахз» — бедро, δ ($3,3^m$) — Мегрец, от «маграз» — начало хвоста, ϵ ($1,8^m$) — Алиот, возможно, от «алджун», что означает вороной конь, ζ ($2,1^m$) — Мицар, от «мизар» — середина тела. Вблизи этой звезды есть звезда Алькор ($4,0^m$), происхождение названия которой неизвестно. Утверждение, будто бы названия «Алькор» и «Мицар» означают «конь» и «всадник», к сожалению, ничем не подтверждается.

И, наконец, звезда η ($1,9^m$) имеет название Алькаид (или еще одно — Бенетнаш), от «алкаид банат наш» — предводитель плакальщиц, потому что древние арабы считали семь ярких звезд Ковша изображением похоронной процессии с погребальными носилками и тремя плакальщицами позади них.

Как выяснилось, из упомянутых семи звезд ближе всего к нам находится звезда Алиот: световой луч от нее доходит до Земли за 49 световых лет, дальше всего — Бенетнаш, расстояние до нее — 192 световых года.

Напомним, что слово «медведица» по-гречески звучит «арктос». Отсюда и пошли названия «Арктика» — область Северного географического полюса и «Антарктика» — «напротив медведицы» — область Южного полюса. Название звезды α Малой Медведицы ($2,0^m$) — Полярная — происходит, очевидно, от греческого слова «полео» — «я вращаюсь», а звезды β ($2,1^m$) — Кохаб — от арабского «каукаб» — светило.

На вечернем осеннем небе внизу под Полярной звездой расположилось созвездие **Жирафа**, еще ниже — **Рыси**. В этой части неба встречаются только слабые звезды и, как сказал Ян Гевелий, «нужно иметь острые рысьи глаза, чтобы их отличить и распознать...»

Между Большой и Малой Медведицей протянулась цепочка звезд **Дракона**, «голова» которого находится слева и выше от Полярной звезды. На полпути между звездами Кохаб и Мицар находим α Дракона ($3,7^m$) — Тубан (от «ту'бан» — дракон), однако самой яркой в этом созвездии является звезда γ ($2,2^m$) — Этамин (от «ат-тиннин», что также означает «дракон»). Если двигаться от «задних колес Большого Воза» к Полярной звезде, найдем на противоположной стороне от нее созвездие **Цефея**. Пять его самых ярких звезд образуют как бы домик с островерхой крышей, которая «тянется» до Полярной звезды. Самая яркая звезда — α Цефея ($2,5^m$) называется Альдерамин (от «аз-зира ал-йамин» — правая рука), β ($3,2^m$) — Альфирк.

Рядом с Цефеем протянулось созвездие **Кассиопеи**, его пять ярчайших звезд образуют букву *W* латинского алфавита. Здесь звезда

α ($2,2^m$) называется Шедар (от «садр» — грудь), β ($2,3^m$) — Шаф («каф» — рука), δ ($2,7^m$) — Рукба (колено). Дело в том, что часть звезд Кассиопеи арабские астрономы называли «руками Плеяд».

Цепочку ярких звезд созвездия **Андромеды** находим, двигаясь по прямой линии от Полярной звезды через созвездие Кассиопеи. Звезду α Андромеды ($2,1^m$) называют Альферац (от «альфарас» — конь), β ($2,1^m$) — Мирах (от «марак» — брюхо) и γ ($2,1^m$) — Аламак.

Левее Андромеды и «ниже» Кассиопеи в виде перевернутой буквы *Y* расположилось созвездие **Персея**. Звезда α Персея ($1,8^m$) находится на продолжении дуги, проходящей от α до δ Кассиопеи, и называется Мирфак (то есть «локоть», имелось в виду — локоть Плеяд). Вторая по яркости звезда β Персея — Алголь, речь о ней пойдет отдельно.

«НА ПОРОХОВОЙ БОЧКЕ»

Рассказ об интересных объектах околополюсного неба начнем с повествования о грандиознейшем явлении, какое только может произойти на небосклоне.

...В ноябре 1572 г. вблизи звезды α Кассиопеи (рис. 3) внезапно появилась новая звезда, о которой выдающийся датский астроном Тихо Браге (1546—1601) писал так: «...осматривая по привычке небосвод, вид которого был мне так знаком, я с удивлением, которое невозможно описать, увидел вблизи зенита в Кассиопее яркую звезду необычной величины. Пораженный открытием, я не знал, верить ли своим глазам... Люди, имевшие хорошее

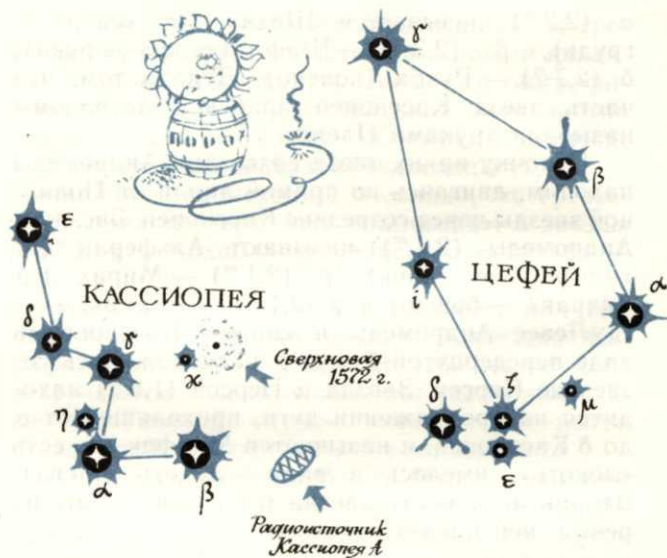


Рис. 3. Объекты созвездий Кассиопеи и Цефея

зрение, могли видеть эту звезду при ясном небе днем, даже в полдень...» И только через три месяца звезда стала недоступной для наблюдения невооруженным глазом.

Как и почему происходят такие грандиозные вспышки звезд? Чтобы ответить на этот вопрос, нам необходимо хотя бы кратко остановиться на том, какие процессы происходят в недрах звезд и, в частности, почему светятся звезды. По современным представлениям, звезды образуются из газо-пылевых облаков. При сжатии «фрагмента» такого облака он разогревается,

а его плотность растет. Как только температура в недрах «будущей» звезды (так называемой *протозвезды*) достигает около 10 млн. градусов, там начинаются *термоядерные реакции* — преобразование водорода в гелий (по схеме $4^1\text{H} \rightarrow ^4\text{He}$), при которых и выделяется энергия. Она медленно просачивается к поверхности звезды и оттуда излучается в окружающее пространство.

Конечно, верхние слои звезды притягиваются к центру, силы гравитации как бы стараются сжать звезду до наименьших размеров. А с другой стороны, разогретый газ «стремится» расширяться в межзвездное пространство. Звезда находится в равновесии до тех пор, пока сила тяготения звезды, действующая на любой элемент ее массы и направленная к центру, уравновешивается (в расчете на единицу площади) давлением газа, направленным наружу.

В результате термоядерных реакций химический состав вещества и физические условия в недрах звезд (в их ядрах) непрерывно изменяются. Недра звезды становятся более прозрачными, кванты света, образовавшиеся здесь, легче выходят в ее внешние слои и, поглотившись ими, как бы «отталкивают» эти слои от ядра. В результате ядро звезды сжимается, а ее оболочка разбухает. Такой процесс перестройки звезды происходит непрерывно, но на протяжении длительного времени — незаметно. И все-таки, как образно высказались выдающиеся астрофизики Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков (СССР), звезда в каждый момент времени «сидит на пороховой бочке», поскольку она имеет запас горючего, «достаточный для самоубийства». Наиболее четко это проявляется

после того, как запасы водорода в недрах звезды исчерпались. Именно тогда дальнейшая судьба звезды и определяется ее массой. Если эта масса меньше $1,2 M_{\odot}$, то приблизительно через 10 млрд. лет после образования звезды ее оболочка плавно отделяется и на протяжении 10—20 тысяч лет существует вокруг звезды в виде *планетарной туманности*, которая медленно расширяется в окружающее пространство. Само ядро, сжавшись до размеров $(5 \dots 10) \cdot 10^3$ км, становится звездой белый карлик. Как считают, именно так оканчивают свою жизнь около 95 % всех звезд, такая же судьба через пять миллиардов лет ожидает наше Солнце.

Если масса звезды больше $1,2 M_{\odot}$, то после «выгорания» водорода в ее недрах и сжатия ядра температура в нем достигает нескольких сотен миллионов градусов. В этих условиях начинается выгорание гелия — превращение его в углерод (по схеме $3^4\text{He} \rightarrow ^{12}\text{C}$), потом «выгорание» углерода ($^{12}\text{C} + ^4\text{He} \rightarrow ^{16}\text{O}$) и т. д. При этом сжатие ядра звезды все ускоряется. И здесь возможны два случая.

1) Если масса остатка звезды меньше $3M_{\odot}$, то в процессе сжатия вещества электроны, образно говоря, «вдавливаются» в атомные ядра, объединяются с протонами, вследствие чего образуются нейтроны (происходит «нейтронизация» вещества). Как показали расчеты, при массе $M < 3M_{\odot}$ вещество еще способно перейти от сжатия в состояние равновесия, и это равновесие обеспечивается теперь уже давлением нейтронного газа. Так образуется *нейтронная звезда*, радиус которой равен всего 10—20 км. А оболочка звезды со скоростью $(1 \dots 2) \times 10^4$ км/с разлетается в окружающее про-

странство, создавая эффект вспышки новой, точнее здесь — *сверхновой звезды*.

2) Если масса остатка звезды больше $3M_{\odot}$, то начавшееся сжатие продолжается во все возрастающем темпе. Явление такого сжатия (*коллапса*) длится вплоть до падения вещества внутрь так называемой *сферы Шварцшильда*, причем для внешнего наблюдателя оно не сопровождается вспышкой в видимом свете. Так образуется *черная дыра*.

Радиус сферы Шварцшильда (или *гравитационный радиус*) рассчитывают по формуле:

$$R_g = 2G M / c^2 = 3M / M_{\odot},$$

где G — гравитационная постоянная, M — масса звезды, c — скорость света. На поверхности сферы Шварцшильда сила тяготения достигает бесконечно большого значения. Действительно, с учетом идей общей теории относительности, сила F , действующая со стороны массы M на «пробную» материальную частицу m , равна:

$$F = \frac{G M m}{r^2 \sqrt{1 - \frac{2G M}{c^2 r}}},$$

и при $r \rightarrow R_g$ имеем $F \rightarrow \infty$. А на больших расстояниях от черной дыры эта формула сводится к известному закону всемирного тяготения, установленному Ньютоном.

Следовательно, если размеры звезды при ее сжатии уменьшились до величины $r \approx R_g$, то никакие силы уже не смогут остановить этого сжатия. Более того, от такого объекта никакой луч света, вообще — никакой сигнал к далекому наблюдателю дойти не сможет.

По некоторым расчетам, количество черных дыр в нашей Галактике может достигать двух миллиардов. Обнаружить такой объект можно в том случае, если он является компонентом двойной системы. Вследствие обмена массой — перетекания вещества от «нормальной» звезды в направлении к черной дыре — это вещество, ускоряясь и сжимаясь, разогревается. Значительная часть его энергии и высвечивается, в частности, в рентгеновском диапазоне.

О возможных кандидатах в черные дыры речь пойдет дальше. Теперь же вернемся к вспышкам сверхновых звезд. При такой вспышке за 10—15 месяцев высвобождается энергия около 10^{43} Дж — столько наше Солнце высветит за... несколько миллиардов лет. Как видим, вспышки сверхновых звезд — это катастрофы поистине космического масштаба, которые в прошлом в нашей Галактике случались примерно один раз в 50—100 лет.

Интересно, что из окрестностей звезды κ Кассиопеи в 1952 г. был зарегистрирован поток слабого радионизлучения, однако самой звезды — остатка вспышки сверхновой до сих пор не обнаружено.

На одной трети расстояния между звездами β Кассиопеи и δ Цефея расположен самый мощный источник космического радионизлучения — Кассиопея А. Фотографируя этот участок неба, астрономы обнаружили на нем небольшую туманность в виде волокна. Отдельные сгустки этой туманности движутся со скоростями 8000 км/с. Отсюда следует, что около 1667 г. здесь произошла вспышка сверхновой звезды, однако никто из астрономов ее почему-то не зафиксировал. Возможно, как это предположил вы-

дающийся советский астрофизик И. С. Шкловский (1916—1985), в оболочке сверхновых в процессе ее расширения образуется много пылинок, закрывающих собой и поглощающих свет самой звезды — остатка сверхновой. Поглощенную энергию пылинки тут же переизлучают, однако в невидимых для глаза инфракрасных лучах.

Значительно меньше энергии — всего лишь около 10^{39} Дж — высвобождается во время вспышек *новых* звезд. Одна из таких звезд в марте 1901 г. на несколько дней стала самым ярким объектом ($0,2^m$) созвездия Персея. Вспыхнула она в точке неба, лежащей приблизительно на полпути между звездами κ и δ Персея. В наши дни на этом месте наблюдается звезда величиной 14^m (ее называют ГК Персея), которая при более детальном изучении оказалась двойной с периодом обращения системы вокруг общего центра 45 час 42 мин. Таких звезд в Галактике насчитывают уже около 200, и ежегодно их открывают по две-три.

Сегодня уже известно, что все новые звезды являются двойными системами, в которых происходит обмен массой. Вещество как бы сдувается с поверхности одной звезды и перетекает к соседней. При «оседании» этого вещества на поверхность второго компонента температура в недрах этой звезды растет. Это, в конце концов, и приводит к вспышке — очень быстрому выделению значительного количества энергии за сравнительно короткое время.

Сравним теперь карту с видом звездного неба и найдем на нем звезду δ Цефея. В 1784 г. английский астроном Джон Гудрайк (1764—1786) обнаружил, что блеск этой звезды ритмично, с периодом 5 суток 8 час 47,5 мин изменяется от $3,5^m$ до $4,3^m$. Иначе говоря, количество энергии, которое излучает звезда в максимуме блеска, в 2,1 раза больше, чем в минимуме.

Отметим, что Гудрайк еще в раннем детстве потерял речь и слух, а умер на 22-м году жизни. Однако своей любовью к звездному небу, своим трудом он успел завоевать общее признание и почет, стал членом Лондонского королевского общества (академии наук), был награжден золотой медалью этого общества.

Звезд, подобных δ Цефея, известно сегодня уже 700. И хотя они разбросаны по всему небу, все же имеют общее название — *цефеиды*. Их периоды изменения блеска разные — от 1 до 70 суток. Установлено, что эти звезды пульсируют — ритмично расширяются и сжимаются (рис. 4). Это явление объяснил профессор Горьковского университета С. А. Жевакин.

Дело в том, что цефеида — это звезда-гигант, горячее плотное ядро которой окружено чрезвычайно протяженной оболочкой, где температура и плотность изменяются очень медленно. Оказалось, что такая оболочка неустойчива и при случайном смещении ее массы начинает пульсировать. Во время сжатия слоев звезды значительная часть энергии, просачивающейся к поверхности из ее ядра, расходуется на «дополнительную» ионизацию гелия — второго по количеству после водорода

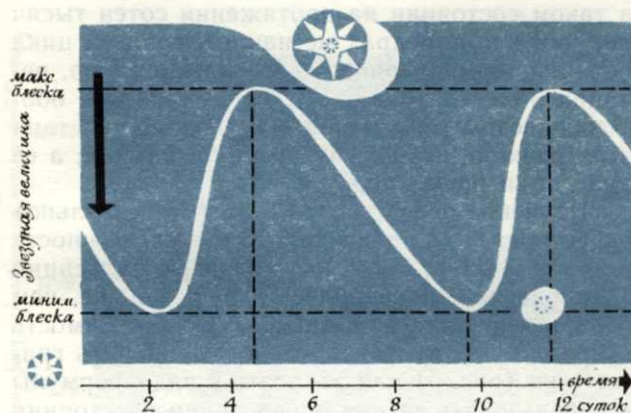


Рис. 4. Типичная кривая изменения блеска пульсирующей звезды

химического элемента. При расширении же оболочки электроны соединяются с ядрами гелия, а выделенный избыток энергии высвечивается. Достигнув наибольшего расширения, внешние слои звезды под действием силы тяготения падают вниз, «проскакивают» через среднее положение и снова сжимаются. В зоне ионизации гелия опять начинает накапливаться энергия, цикл повторяется сначала...

Кстати, точно так же работает и обычный поршневой двигатель: высвобождение энергии при сгорании горючего (то есть «приобретение» энергии системой) происходит как раз в момент наибольшего сжатия газа в цилиндре.

Таким образом, звезда-гигант в зависимости от ее массы и протяженности оболочки имеет способность «настраиваться» на вполне определенный ритм пульсаций и находится

в таком состоянии на протяжении сотен тысяч лет, пока в ее недрах не начнется новый цикл реакций термоядерного синтеза (например, реакций $3^4\text{He} \rightarrow ^{12}\text{C}$ и т. д.). Тогда размеры оболочки звезды («временно» на период действия этих реакций) существенно уменьшаются, а ее пульсации прекращаются.

Изучение цефеид в близких (относительно) окрестностях Галактики дало возможность сделать вывод, что их периоды пульсаций (периоды изменения блеска) тем больше, чем больше светимость звезды. Такую зависимость «период — светимость» можно изобразить графически (рис. 5) или записать в виде формулы и использовать ее для определения расстояния до тех звездных систем (звездных скоплений и галактик), где эти звезды удалось найти. Вот почему цефеиды были названы «маяками Вселенной».

Находят эти расстояния следующим образом. Вначале путем наблюдения определяют период пульсаций и видимую величину цефеиды, принадлежащей определенной звездной системе. Затем по ее периоду определяют из графика светимость, или абсолютную величину, которую она имела бы, если бы находилась на расстоянии 10 пк. По видимой же величине подсчитывают реальный поток энергии, приходящий от этой звезды к наблюдателю. А поскольку поток энергии от определенного источника света изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния до него, то нетрудно найти само это расстояние до цефеиды, а тем самым — и до той звездной системы, в которой она находится.

К цефеидам, в частности, относится и Поляр-

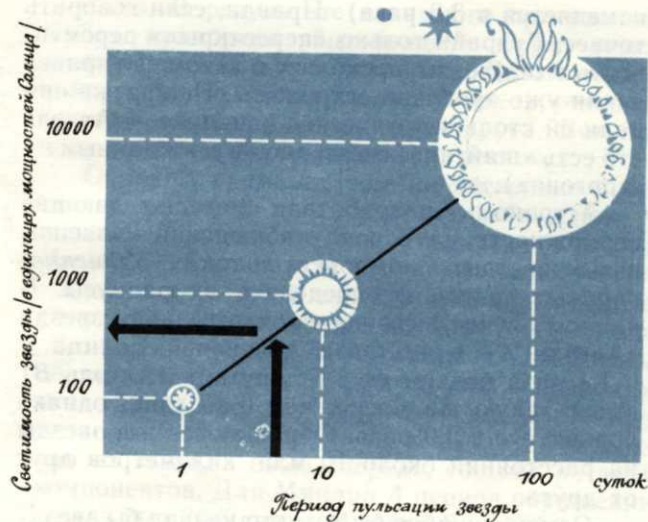


Рис. 5. Зависимость «период пульсаций — светимость» для цефеид; определяя из наблюдений период пульсации звезды, находят по графику ее светимость, а затем — расстояние до нее

ная звезда. Однако изменение ее блеска относительно невелико: в максимуме она излучает энергии всего на 10 % больше, чем в минимуме. Расстояние до Полярной звезды — 472 световых года.

Любуясь ритмичным изменением яркости «первого маяка Вселенной» — звезды δ Цефея, вспомним: Гудрайк установил также, что звезда Алголь (β Персея) в течение 2 суток 20 час 49 мин и 9 с (в действительности — 48 мин 56 с) изменяет свою яркость от $2,1^m$ до $3,4^m$ (светимость звезды за указанный промежуток времени

изменяется в 3,3 раза). Правда, если говорить точнее, Гудрайк только «переоткрыл» переменность этой звезды, поскольку о таком ее «нраве» знали уже арабские астрономы. Не зря же они дали ей столь экзотическое название — Алголь (то есть «шайтан», «черт», по другим данным — «горгона»).

Астрономы разработали методы, дающие возможность на основе наблюдений «взвешивать» звезды — компоненты таких *затменно-двойных систем* и определять их радиусы. В данном случае выяснилось, что главная звезда (Алголь *A*) в 4,6 раза массивней Солнца и в 4,5 раза больше его. Ее спутник (Алголь *B*) имеет такую же массу, как и Солнце, однако больше его в 2,9 раза. Обращаются эти звезды на расстоянии около 10 млн. километров друг от друга.

Однако ошибся бы тот, кто назвал бы звезду Алголь двойной. На самом же деле вокруг двух упомянутых звезд на значительно большем расстоянии от них движется еще и третья (Алголь *C*), совершая полный оборот за 1,87 года. Остается добавить, что расстояние от Земли до этой системы звезд составляет почти 100 световых лет.

Вообще в окрестности Северного полюса мира кратных звезд очень много. Здесь вспомним еще об одной из них — ψ Большой Медведицы, расположенной (очень приблизительно!) на продолжении линии, соединяющей Мегрец и Мерак, и на таком же расстоянии от последней. Блеск этой звезды на протяжении четырех часов изменяется от $8,2^m$ до $9,0^m$. Здесь расстояние между компонентами системы настолько мало, что они почти соприкасаются своими поверх-

ностями. В результате взаимного притяжения звезды приобрели яйцеобразную форму и повернуты друг к другу остриями. Делая оборот вокруг общего центра за восемь часов, они ритмично закрывают от нас друг друга. Вот почему их блеск периодически изменяется.

Обратим внимание еще на несколько интересных объектов этого участка неба. Даже в школьный телескоп можно увидеть, что звезда Мицар (ξ Большой Медведицы) является системой из двух звезд, находящихся друг от друга на угловом расстоянии $14''$. Для них введено обозначение Мицар *A* и Мицар *B*. Эти звезды обращаются вокруг общего центра с периодом около 20 000 световых лет. Более детальное изучение этой системы привело к выводу, что каждая из звезд, в свою очередь, состоит из двух компонентов. Для Мицара *A* период обращения составляет 20,5 суток, Мицара *B* — 182,3 суток. Установлено также, что вокруг Мицара *B* обращается на протяжении 1350 суток третий компонент. И, наконец, хотя угловое расстояние между Мицаром и Алькором достаточно велико ($12'$), астрономы сделали вывод, что Алькор является спутником Мицара. Следовательно, в целом здесь имеем систему из шести звезд.

Привлекают внимание звезды γ и ρ Кассиопеи. Время от времени светимость первой звезды возрастает почти в четыре раза, ее блеск в максимуме достигает $1,6^m$, она становится самой яркой в своем созвездии. Эту звезду относят к классу *новоподобных звезд*. У звезды ρ Кассиопеи, наоборот, блеск иногда уменьшается от 4^m до $6,2^m$ и тогда ее совсем не видно невооруженным глазом.

Одной из самых известных кратных систем является звезда γ Андромеды. Спутник главной звезды находится на угловом расстоянии $10''$ от нее и сам является двойной звездой ($5,4^m + 6,6^m$), компоненты которой совершают оборот вокруг общего центра за 61 год. Таким образом, звезда Аламак в целом — тройная система.

Своеобразными «реликтами» истории являются отдельные звезды из созвездия Дракона. Во-первых, каких-нибудь 4500 лет назад Северный полюс мира находился вблизи звезды α (Тубан). Во-вторых, наблюдая в течение года положение звезды γ (Этамин), английский астроном Джеймс Брайли в 1725 г. обнаружил периодическое отклонение направления на нее, обусловленное конечностью скорости света и движением наблюдателя — явление *абберации света* (пока световой луч дойдет от объектива до окуляра телескопа, окуляр вследствие движения Земли сместится, поэтому трубу необходимо несколько опустить вниз). Это явление стало одним из доказательств правильности теории Коперника — его гелиоцентрической модели мира.

Вблизи Северного полюса мира есть несколько *планетарных туманностей*, которые можно увидеть лишь в мощные телескопы. Одна из них — в созвездии Большой Медведицы — называется «Сова» (12^m). Несколько ярче планетарные туманности в созвездиях Дракона ($8,8^m$) и Андромеды (одна из них имеет звездную величину $8,1^m$, вторая $8,5^m$).

На продолжении ножки буквы Υ в созвездии Персея, ближе к Кассиопее, находится двойное рассеянное скопление звезд (рис. 6), кото-



Рис. 6. Положение наиболее интересных объектов в созвездиях Персея, Андромеды и Треугольника

рое называется h и χ Персея. В целом в этом скоплении насчитывается около 500 звезд. Это скопление видно и невооруженным глазом как объект $4,3^m$. Однако его истинная красота открывается только при наблюдениях в телескоп. Расстояние до этой группы серебристо-белых звезд — около 6500 световых лет.

И, наконец, обратим внимание на те участки неба, откуда время от времени падают «звездные дожди». Ведь Земля, вращаясь во-

круг Солнца, эпизодически встречается с мельчайшими (массой всего в несколько граммов) частичками, которые сгорают, влетая в земную атмосферу. Так возникает явление *метеора*. Иногда эти частички объединяются в потоки метеорных тел, кружащихся вокруг Солнца по своим орбитам. Через некоторые такие метеорные потоки Земля и проходит в определенные дни года. Вспышки метеоров в это время могут происходить настолько часто, что создает иллюзия «звездного дождя».

Частички метеорных потоков движутся в пространстве приблизительно по параллельным траекториям. Поэтому у наблюдателя создается впечатление, что они вылетают из одной точки — *радианта* потока. Метеорные потоки принято называть по созвездиям, в которых находятся их радианты.

С околополюсными созвездиями связано несколько метеорных потоков. Это Кассиопиды (максимум активности 28 июля), Цефеиды (20 августа) и Дракониды (10 октября). На границе трех созвездий — Персея, Жирафа и Кассиопеи — находится радиант метеорного потока Персеид. Наибольшее количество метеоров здесь наблюдается 11—12 августа.

О том, как проводить наблюдения метеоров и переменных звезд, читатель может узнать, в частности, из книги В. П. Цесевича «Что и как наблюдать на небе» (М.: Наука, 1979). Результаты таких наблюдений следует посылать в ближайшее отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества ВАГО.

ЗА ПРЕДЕЛЫ ГАЛАКТИКИ

Об удивительном объекте из созвездия Андромеды астрономы знали уже по крайней мере 1000 лет назад. О нем, как о «небольшом небесном облачке», в X в. н. э. упоминал арабский астроном Аль-Суфи. В 1612 г. современник Галилея Симон Мариус, рассматривая это «небесное облачко» в телескоп, заметил: «Его яркость растет по мере приближения к центру. Оно похоже на зажженную свечу, если на нее смотреть через прозрачную роговую пластинку».

Посмотрим сначала на карту звездного неба. Двигаясь от звезды β Андромеды в направлении к β Кассиопеи, на расстоянии около четырех градусов от первой встречаем звезду μ , дальше несколько левее — γ Андромеды. Объект, расположенный правее и «выше» указанного направления, и есть то самое «облачко», или, как его долго называли, «туманность Андромеды», а в действительности — далекая звездная система — галактика.

Туманность Андромеды (рис. 7) имеет звездную величину 4,3^m. Считается, что она — единственная галактика, которую можно видеть невооруженным глазом. Однако это не совсем так. Вблизи Южного полюса видны Большое и Малое Магеллановы Облака, которые на глаз воспринимаются как обрывки Млечного Пути, а в действительности — это две ближайшие к нам галактики, расстояние до которых равно 200 000 световых лет.

Однако для нас, жителей северного полушария Земли, туманность Андромеды и в самом деле — единственная галактика, которую мож-



Рис. 7. «Туманность Андромеды» — единственная в северном полушарии неба галактика, которую можно видеть невооруженным глазом

но видеть невооруженным глазом. Конечно, прошло много времени, пока была разгадана ее действительная природа.

В XIX в. большинство астрономов считало, что этот объект находится в нашей Галактике и что, так сказать, «на наших глазах» формируется планетная система. Лишь в 1924 г. выдающийся американский астроном Эдвин Хаббл (1889—1953) с помощью 2,5-метрового

рефлектора обсерватории Маунт Вилсон доказал, что эта туманность — действительно гигантская система звезд. Хаббл обнаружил в ней несколько переменных звезд-цефеид, что и дало ему возможность найти расстояние до галактики Андромеды (которую, к слову, сокращенно называют «объектом М 31») — 870 000 световых лет. Со временем, правда, астрономы убедились, что при определении светимостей цефеид не был учтен тот факт, что значительная часть энергии, излучаемой этими звездами, к нам не доходит: она поглощается и рассеивается в межзвездном пространстве. Поэтому и вертикальную шкалу графика (с. 33) пришлось опустить вниз. В конечном итоге «изменилось» и расстояние до галактики Андромеды. Согласно новейшим измерениям, оно составляет 2,3 млн. световых лет.

Итак, всего 60 лет назад астрономы доказали, что наша Галактика является небольшой песчинкой в бескрайнем океане Вселенной. Более того, было установлено, что вещество на этих больших расстояниях находится в такой же форме, как и в нашей Галактике — в виде звезд и туманностей, причем звезды там объединяются в шаровые и рассеянные скопления. Например, в галактике М31 найдено около 150 шаровых скоплений, в каждом из них насчитываются миллионы звезд.

А это значит, что для объяснения процессов, происходящих в других звездных системах, в далеких уголках Вселенной, можно применять физические законы, установленные на Земле, в наших физических лабораториях.

Таким образом, объект М31 — это гигантская звездная система, насчитывающая око-

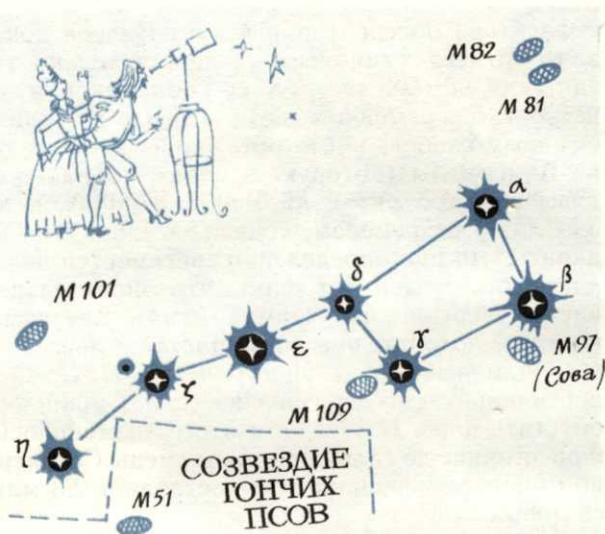


Рис. 8. Положение галактик и планетарной туманности «Сова» в окрестностях Ковша Большой Медведицы

ло 200 млрд. звезд, ее поперечник достигает 150 000 световых лет. От ядра этой галактики отходят длинные и закрученные спиральные ветви. Галактика М 31 имеет четыре спутника — значительно меньшие звездные системы. Одна из них — эллиптическая галактика М32 ($9,2^m$) — расположена непосредственно «под» М31, т. е. ближе к небесному экватору. В этой галактике всего несколько миллиардов звезд. Справа сверху над М31 находится эллиптическая галактика NGC 205 ($8,9^m$).

Чрезвычайно красочный объект на небе — спиральная галактика М33, которая расположена в созвездии Треугольника симметрично

относительно звезды β Андромеды и на таком же расстоянии от нее, как и М31. Ее суммарный (или, как принято говорить, интегральный) блеск равен $6,2^m$. Однако в школьный телескоп ее видно как слабое туманное пятно в исключительно погожие безлунные ночи. Расстояние до этой галактики такое же, как и до М31. На фотографиях хорошо видны ее развернутые спиральные ветви. Однако по своей протяженности галактика М33 в несколько раз, а по количеству звезд — почти в сто раз меньше М31.

Пять относительно ярких галактик есть в созвездии Большой Медведицы (рис. 8). Одна из них — спиральная галактика М101 ($8,2^m$), искать ее необходимо «выше» звезды Бенетнаш: вместе с ней и звездой Мицар галактика М101 (рис. 9) образует равносторонний треугольник. Расстояние от Земли до этой галактики равно 30 млн. световых лет.

«Над ушами» Большой Медведицы расположены галактики М81 ($7,8^m$) и М82 ($9,2^m$). Расстояние до этих объектов — около 15 млн. световых лет. Что касается первой, то в мощный телескоп видны ее четко выраженные спирали, протянувшиеся далеко в мировую бездну. Вторая повернута к нам ребром. В наши дни ею очень заинтересовались астрономы. Считают, что эта галактика «охвачена» потоками газа и пыли, движущимися от соседней галактики М 81 со скоростью около 100 км/с, и в ней происходят интенсивные процессы звездообразования и частые вспышки сверхновых звезд.

А вблизи Алголя находится мощный источник радиоизлучения Персей А. Это активная (так называемая *сейфертовская*) галактика 12-й



Рис. 9. Спиральная галактика М 101 из созвездия Большой Медведицы

величины. Из ее ядра с огромными скоростями вылетают сгустки вещества, масса которых измеряется тысячами масс Солнца.

СТРАНИЦЫ ДРЕВНЕГРЕЧЕСКОЙ ТЕОГОНИИ

Как уже упоминалось, 45 названий созвездий — это наследство, доставшееся нам от древних греков. Пытаясь ответить на вопрос «от-

куда взялся мир», жители древней Эллады слагали разнообразнейшие легенды, в которых главную роль играли боги. В этих легендах люди пытались выразить свое понимание окружающей природы, объяснить, почему в ней происходят те или иные явления. Поэтому, чтобы понять происхождение того или иного названия созвездия, вспомним прежде всего некоторые самые главные моменты древнегреческой мифологии, точнее — теогонии (от «теос» — бог и «гоне» — рождение), — легенд о происхождении и родословной древнегреческих богов.

Согласно представлениям древних греков, вначале существовал Хаос — беспорядочная однообразная масса. Именно от него произошел весь мир и бессмертные боги, прежде всего Гея (Земля), Уран (Небо) и Тартар (подземный мир). Первым властелином мира стал Уран, который женился на Гее. У них были дети — шесть сыновей и шесть дочерей — могучие и грозные титаны. В частности, титан Океан якобы, как безбрежная река, обтекал всю Землю. Титан Гиперион и Тея дали миру детей — Гелиоса (Солнце), Селену (Луну) и Эос (богиню рассвета). Согласно легенде, каждое утро Эос мчится на колеснице, оповещая появление брата Гелиоса. Похоронив своего сына Мемнона, погибшего в битве под Троей, Эос все время оплакивает его, проливая на землю слезы — утреннюю росу (рис. 10).

Опасаясь потерять власть, Уран сбросил своих детей в глубокую темень, в недра Земли. Однако самый младший из его сыновей — титан Кронос (всемогущее время) сумел отнять власть у отца и освободить своих братьев и сестер. Подозревая, что и его точно так же могут



Рис. 10. Богиня Эос, взлетев на небо, летит на землю росу (рисунок на древнегреческой вазе)

лишить власти собственные потомки, Кронос, женившийся на своей сестре Рее, поедая своих детей, как только они рождались. Только самого младшего — Зевса — Рея сумела спасти, спрятав его на острове Крит. А жестокому отцу вместо сына она дала проглотить продолговатый камень, завернутый в пеленки. Зевс вырос на Крите, нимфы кормили его молоком божественной козы Амалфеи, пчелы носили ему мед.

Возмужав, Зевс заставил своего отца вернуть поглощенных им детей — Гестию, Демет-

ру, Геру, Аиду и Посейдона. Началась новая борьба за власть, в которой победил Зевс.

На помощь титанам поднялся сын Тартара Тифон — ужасное стоголовое чудовище, вокруг которого клубилось бушующее пламя. Но Зевс победил и это чудовище, сбросив его в пропасть. Там Тифон женился на Ехидне — полуженщина-полузмея, у них появились дети — адский трехголовый пес Кербер (Цербер) и стоголовая Лернейская гидра¹.

С тех пор, утверждали легенды, миром начали править боги-олимпийцы. Поселились они якобы на горе Олимп, что на севере Греции. Рядом с Зевсом на Олимпе — его жена Гера, бог света и Солнца Аполлон, богиня Луны и охоты Артемида, богиня любви и красоты Афродита, богиня мудрости Афина, бог войны Арес, посланец богов Гермес. Богиня юности Геба и любимец Зевса Ганимед, сын царя Трои, подносят им амброзию и нектар — пищу и напиток богов.

Брат Зевса Посейдон, рассказывали древние греки, живет в прекрасном дворце на дне моря. Жена его Амфитрита — одна из nereид, дочь древнего и справедливого морского бога Нерея. Все пятьдесят дочерей Нерея в лунные ночи выходили на берег моря попеть и потанцевать, они были доброжелательны к людям и часто помогали морякам. Так вот, однажды Посейдон увидел, как танцевала Амфитрита и захотел выкрасть ее. Но Амфитрита спряталась у титана Атланта, которого за непослушание Зевс осудил навеки поддерживать на своих плечах небосвод.

¹ Греки, у которых звука «ц» не было, говорили: Кербер, Кефей и т. д.

Убежище Амфитриты открыл Посейдону дельфин.

Хмурый брат Зевса Аид будто бы царствует глубоко под землей, куда никогда не проникает радостный свет Солнца. Там струятся воды источника Леты, дающие забыть всего земного. В это печальное царство ведут с поверхности Земли бездонные пропасти. Окружает его священная река Стикс, через которую старый Харон перевозит умершие души. Выход из этого царства печали стережет трехголовый Кербер.

Такие легенды сложились у людей в те времена, когда им казалось, что все вокруг них наполнено страшными и непонятными силами. Но проходило время. Развивались земледелие и ремесло. Люди научились увереннее ориентироваться в окружающей природной среде и стали понимать ее красоту. Образно говоря, они ощутили силу своего разума. И тогда появились новые легенды, в которых звучит вызов богам, воспевается состязание с ними.

Так, согласно одной из легенд, Зевс, завладев миром, обрек людей на жалкое существование. Тогда на защиту людей выступил титан Прометей, который раньше помогал Зевсу в борьбе за власть. Прометей пожалел людей, тогда еще не имевших разума. Он вдохнул в них надежду, которой они не знали, похитил для них божественный огонь с Олимпа и научил пользоваться им. Прометей научил людей также письму, зодчеству, открыл им силу лекаств, научил всему, что облегчает горе и делает человека более радостным и счастливым. За это слуги Зевса приковали Прометея к скале на самом краю земли, недалеко от снежных вершин Кавказа. Ежедневно прилетал огром-

ный орел, садился на грудь Прометея и рвал своим клювом печень титана. За ночь раны заживали, печень отрастала, чтобы днем дать новую пищу стервятнику...

В названиях созвездий встречаются также имена героев древнегреческой мифологии — детей от союза богов со смертными. В легендах это люди необычайной силы, храбрости и мудрости. Создавая легенды о том, как боги вступают в любовные отношения с людьми, древние греки пытались тем самым «начать свою родословную» от бессмертных олимпийцев. Например, родоначальником дорийских племен считался Геракл (Геркулес), отцом которого якобы был Зевс, матерью — Алкмена, особа хоть и царского рода, но «земная» смертная женщина.

А вот легенды, касающиеся непосредственно околополюсных созвездий. Давным-давно, в незапамятные времена правил страной Аркадией (горная область в центре Пелопоннесского полуострова) царь Ликаон. И была у него дочь — красавица Каллисто. Полюбила Каллисто прекрасного и могущественного бога Зевса и родила от него сына Аркада. Но жестокая и ревнивая Гера, супруга Зевса, превратила молодую Каллисто в Медведицу. Пока несчастная блуждала по лесам, вырос ее сын Аркад, стал пастухом и отличным охотником. Однажды на охоте, увидев Медведицу, Аркад поднял оружие, чтобы убить ее. Но тут своевременно появился посланец Зевса и взял их обоих на небо, превратив в созвездия. Созвездие Пастуха (Волопаса) расположено на небе рядом (о нем речь пойдет далее). Ярчайшая звезда в нем и называется Арктур (Аркад).

Малая Медведица, согласно одной из легенд, — это служанка, сопровождающая Каллисто в ее вечном странствии.

А вот легенда, относящаяся к созвездию Дракона. Далеко на западе, на краю Земли, где стоял титан Атлант, подпирая плечом небосвод, росла яблоня с золотыми яблоками. Сторожили ее веселые и легкомысленные нимфы-геспериды и дракон Ладон, который никогда не спал. Совершая один из своих подвигов, Геракл укротил дракона, а Атлант сорвал ему золотые яблоки, пока герой поддерживал за него небо.

...Эфиопский царь Кефей (Цефей) был женат на красавице Кассиопее. И родилась у них дочь Андромеда. Возгордившись своей красотой, Кассиопея похвасталась, что она прекраснее nereид. Обиженные обитательницы моря пожаловались богу моря Посейдону. Он и напустил на царство Кефея морское чудовище — Кита, пожиравшего людей (рис. 11). По утверждению оракула, освободиться от этого несчастья можно было, отдав на растерзание Киту юную Андромеду. Несчастную девушку приковали к скале...

...Несколько ранее аргосскому царю Акрисию оракул возвестил, что у его дочери Данаи родится мальчик, который убьет деда. Акрисий заточил Данаю в подземелье. Но могущественный Зевс проник в темницу в виде золотого дождя, и Даная стала женой Зевса. От этого брака родился мальчик, которого мать назвала Персеем. Акрисий велел заточить дочь и внука в деревянный сундук и бросить их в море. Волны принесли сундук на остров Сериф в Эгейском море. За время скитаний Персей

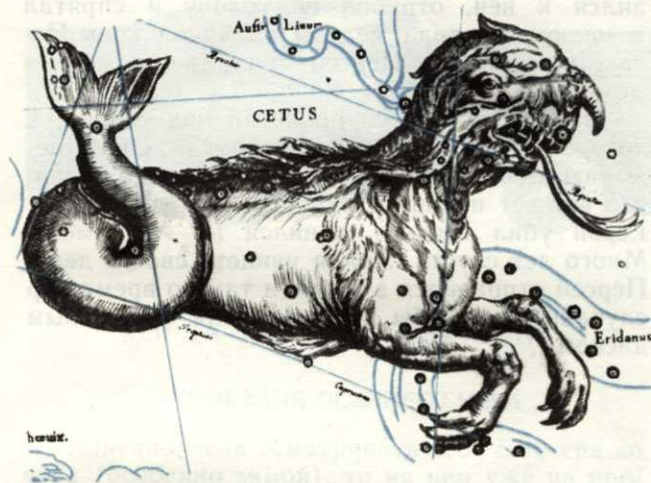


Рис. 11. Изображение фигуры Кита в атласе звездного неба выдающегося польского астронома Яна Гевелия (1690 г.)

быстро вырос и возмужал. Царь острова Серифа Полидект страстно полюбил Данаю и, чтобы избавиться от ее сына Персея, послал его за головой Медузы — одной из трех страшлищ-горгон. На головах этих чудовищ вместо волос были змеи, а их взор превращал все живое в камень. Только Медуза была смертной, лишь ее можно было убить. Жили горгоны на далеком западе, на острове, охраняемом богинями старости грайями, у которых был всего один глаз на троих. Хитростью похитив этот глаз, Персей вернул его грайям в обмен на крылатые сандалии, мешок и шапку-невидимку. Глядя на изображение медузы на щите, Персей прибли-

зился к ней, отрубил ей голову и спрятал в мешок. Из тела медузы выскочил конь Пегас, на котором Персей сразу же помчался домой.

По дороге Персей пролетал над скалой, к которой была прикована Андромеда. Она с невыразимым ужасом смотрела на море, ожидая, что вот-вот появится чудовище и разорвет ее. Герой убил Кита и женился на Андромеде. Много лет спустя, желая увидеть своего деда, Персей отправился в Аргос и там во время игры случайно будто бы убил Акрисия брошенным диском.



КОГДА УЛЕТАЮТ ЖУРАВЛИ

СОЗВЕЗДИЯ ОСЕННЕГО НЕБА

Конечно, если осматривать небо с вечера до утра (особенно зимой), то на нем уже на протяжении одной ночи можно увидеть почти все созвездия, которые вообще доступны для наблюдения на нашей географической широте. Однако далее мы будем говорить о созвездиях «осеннего», «зимнего» и т. д. неба. Это означает, что в каждом конкретном случае речь будет идти о тех из них, которые около 10 часов вечера хорошо видны, главным образом, в южной части неба.

Итак, пусть сегодня 15 октября, середина осени, 10 часов вечера. Выйдем на ровную площадку, подальше от высоких строений, и посмотрим на небо, повернувшись лицом на юг.

В это время созвездия Цефея и Кассиопеи поднимаются к зениту, созвездие Персея находится слева в восточной части небосклона, справа от него видим цепочку звезд Андромеды.

Украшением осеннего вечернего неба является созвездие **Лебеда**, протянувшееся в виде гигантского креста в южной части небосклона

и отделенное от Андромеды **Ящерицей** (см. вклейку). Звезда α Лебеда ($1,3^m$) называется Денеб (от арабского «занаб» — хвост), на противоположном конце этой цепочки звезд находится звезда β ($3,1^m$) — Альбирео («птица»), звезда γ Лебеда ($2,2^m$) называется Садр, звезда δ ($2,9^m$) — Гиенах (от «джанах» — крыло). На древних картах находим изображение Лебеда, летящего на юг.

Справа от Лебеда расположено созвездие **Лиры**, которое арабские астрономы называли «падающий орел» (ан-наسر ал-ваки). Отсюда и название его ярчайшей звезды α Лиры ($0,0^m$) — Вега, т. е. «падающая». Внизу к горизонту раскинулось созвездие **Орла** с его ярчайшей ($0,8^m$) звездой Альтаир (от «аттаир» — орел). Рядом с Орлом слева — небольшое созвездие **Дельфин**, имеющее вид ромба «с хвостиком». Над ними — созвездия **Лисички** и **Стрелы**, под Дельфином — созвездие **Малого Коня**, в котором звезда α ($3,9^m$) называется Китильфа.

В конце октября центральное место на вечернем небе занимает созвездие **Пегаса** с его большим **Квадратом**. Ярчайшая звезда, находящаяся в левом верхнем углу Квадрата, — это α Андромеды (Альферац). Если говорить, что Квадрат Пегаса — ковш, то главные звезды созвездия Андромеды будут его «ручкой». В правом верхнем углу Квадрата находится звезда β Пегаса ($2,4^m$) — Шеат (от «сайид» — плечо), в правом нижнем углу — звезда α ($2,5^m$) — Маркаб («седло»), в левом нижнем углу — звезда α ($2,8^m$) — Альгениб (от «алджанах» — крыло), звезда ε Пегаса называется Эниф («нос»).

Как известно, в своем видимом ежегодном путешествии по небесной сфере Солнце проходит через 12 созвездий, называемых **зодиакальными** (от греческого «зодиак» — круг животных, поскольку почти все эти созвездия названы именами животных). Для каждого из этих созвездий древние астрономы придумали соответствующий знак. Несколькими такими созвездиями в каждый момент находится в южной части неба.

Созвездие **Козерога**, расположенное ниже Орла, является как раз зодиакальным созвездием. Для звезд α и β Козерога древнеарабские астрономы придумали несколько необычное название «Счастье скотобойца», а мало заметная звезда γ (слева от α) представлялась им «Овцой, бредущей на убой». В этом созвездии (его знак ♈) Солнце находится с 19 января по 15 февраля.

Слева от Орла, выше и слева от Козерога расположено зодиакальное созвездие **Водолея** (его знак ♒), в котором значительное количество слабых звезд действительно навеивает представление о потоке воды. Звезды α ($2,9^m$) и β ($2,9^m$) Водолея называются соответственно Садалмелек (от «са'д ал-мулк» — счастье государства) и Садалсууд (счастье счастья). Суеверные люди в старину верили, будто эти звезды предвещают счастье. В этом созвездии Солнце находится с 15 февраля по 8 марта.

Около Квадрата Пегаса протянулись две цепочки зодиакального созвездия **Рыбы** (знак ♓). Находящаяся слева от Квадрата называется Северной Рыбой, под Квадратом к Водолею протянулась цепочка Западной Рыбы. Солнце проходит через это созвездие с 8 марта по 17 апреля. Здесь на продолжении направления от

звезды Альферац к Альгениб (левая сторона Квадрата Пегаса) и на таком же расстоянии от второй из них (немного правее) расположена точка *весеннего равноденствия*.

Следующее зодиакальное созвездие — Овен (знак Υ), в котором Солнце находится с 17 апреля по 13 мая. Его звезды α ($2,0^m$) и β ($2,7^m$) называются Гамаль (от «хамаль» — ягненок) и Шератан (от «шаратан» — два знака).

На юго-востоке небосклона под Пегасом и Рыбами протянулось одно из наибольших созвездий — **Кит**. Звезда α Кита ($2,5^m$) называется Менкар, β ($2,0^m$) — Дифда («жаба»), звезда γ Кита — Мира (в переводе с латинского это значит «удивительная»), о ней речь пойдет отдельно. И, наконец, обратим внимание на созвездие **Южной Рыбы**, находящееся ниже Водолея и Козерога, с его ярчайшей звездой α ($1,2^m$) — Фомальгаут (от «фуммал-хут» — рот рыбы хут).

От созвездий Стрельца и Скорпиона (о них расскажем далее) вверх через созвездия Орла и Лебеда, Кассиопеи, Персея, Возничего и далее в южную часть неба, словно далекий путь в неизведанные дали, протянулась светлая полоса **Млечного Пути**. Наши предки так и называли его — Путем. А для древних греков — это «галаксиас» — «молочный круг» (от «гала» — молоко).

Уже древнегреческий философ Демокрит (около 460—370 гг. до н. э.) высказывал мысль о том, что Млечный Путь состоит из бесчисленного количества звезд. Спустя почти две тысячи лет эту догадку подтвердил Галилей с помощью своего несовершенного телескопа. Затем

выдающийся ученый, профессор Казанского университета М. А. Ковальский (1821—1884) доказал, что наблюдаемые нами на небе звезды вместе с Млечным Путем образуют единую гигантскую систему.

Он же решил задачу о том, как, изучая перемещение звезд на небе, найти центр этой системы. Действительные же форма и масштабы нашей Галактики были установлены лишь в XX в.

От созвездия Скорпиона до Лебеда Млечный Путь как бы раздваивается. Это связано с тем, что в этом направлении есть много «облаков», состоящих из газа и пыли. Поглощая свет от далеких звезд, эти облака закрывают их от нас, создавая иллюзию темного провала в светлой полосе Млечного Пути.

...И, ВОЗМОЖНО, ЧЕРНАЯ ДЫРА!

Едва ли не самым богатым на разнообразные и поистине экзотические объекты является созвездие **Лебеда** (рис. 12). Здесь есть все — от кратных звезд и чудо-туманностей до черной дыры. Но сначала отдадим дань «традициям» и обратим внимание на ярчайшую в созвездии звезду — Денеб. Это — одна из самых мощных звезд в Галактике. Ее светимость в 24 600 раз превышает светимость Солнца. Расстояние до Денеба — 950 световых лет.

А вот если бы звезда Денеб находилась в сто раз ближе к нам, на расстоянии всего 9,5 световых лет, то освещенность от нее возросла бы в 10 000 раз. Это было бы несомненно меньше, чем от Луны, когда она находится в фазе около первой четверти...



Рис. 12. Положение некоторых объектов в созвездиях Лебеда, Лисички и Стрелы

Звезда β Лебеда (Альбицео) — одна из интереснейших двойных звезд. Главная звезда здесь имеет желтый цвет и величину $3,2^m$. На расстоянии $35''$ от нее находится второй, голубой компонент ($5,1^m$). Обе звезды вра-

щаются вокруг общего центра, однако период этого обращения очень большой.

На половине расстояния от звезды γ до Альбицео находится красная звезда — сверхгигант χ Лебеда. Ее блеск на протяжении 406,8 суток изменяется от $3,3^m$ до $14,2^m$.

Почти рядом со звездой Садра видим звезду P Лебеда. В начале XVII в. на протяжении нескольких лет ее блеск удерживался на уровне 3-й величины. Затем звезда начала ослабевать и стала доступной для наблюдений только в телескоп. В настоящее время ее блеск колеблется в пределах от 6^m до 5^m . Звезда P Лебеда — представитель тех нестационарных звезд, с поверхности которых непрерывно «вытекает» («испаряется» или, точнее, «выдувается») значительное количество вещества. Скорость такого «звездного ветра» в данном случае достигает 100 км/с. Природу этого явления нельзя считать окончательно выясненной. Поэтому за звездой P Лебеда ведутся непрерывные наблюдения.

Слева от Сады находится слабая звезда, которую называют 61 Лебеда. Это именно та звезда, до которой более ста лет назад выдающийся математик и астроном Фридрих-Вильгельм Бессель (1784—1846) установил расстояние — 11 световых лет, измеряя ее смещение в течение года на фоне других далеких звезд. 61 Лебеда — двойная звезда, компоненты которой имеют величины $5,2^m$ и $6,0^m$. Угловое расстояние между ними равно $30''$, линейное — около 85 астрономических единиц¹. Период обращения вокруг общего центра — 692 года.

¹ Напомним, что астрономическая единица (а. е.) — это расстояние от Земли до Солнца; $1 \text{ а. е.} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$.

Не так давно пулковский астроном А. Н. Дейч обнаружил, что вокруг более яркого компонента на расстоянии около двух астрономических единиц движется невидимый спутник с массой, в сто раз меньшей массы Солнца. Возможно, речь идет о существовании планетной системы в окрестности этой звезды. Но так как расстояния до звезд очень велики, а планеты имеют малые массы и «не очень сильно» отклоняют свои «солнца» от их равномерного движения в пространстве, заметить эти планетные системы очень трудно...

Украшение созвездия Лебедя — его туманности. Одна из них, расположенная слева от звезды Денеб, называется «Северная Америка». Справа и немного выше находится туманность «Пеликан». Расстояние до этих гигантских облаков, состоящих из газа и пыли, — 900 световых лет.

Правда, четкое представление об этих туманностях можно получить только на основании фотографий, сделанных на больших телескопах и с большой экспозицией.

На продолжении направления от звезды α до ϵ Лебедя расположилась *волоknистая туманность «Петля»* (рис. 13). Расстояние до нее — 1300 световых лет. Диаметр этого объекта составляет около 65 световых лет, однако толщина самих волокон значительно меньше 0,1 светового года. Как показывают спектральные исследования, волокна туманности взаимно удаляются со скоростями около 100 км/с. Очевидно, туманность — результат вспышки сверхновой, произошедшей 70 тыс. лет назад.



Рис. 13. Волокнистая туманность из созвездия Лебедя

Заметим, что газо-пылевая туманность светится лишь в том случае, когда вблизи нее находится горячая звезда, свет которой туманность, как плохое зеркало, отражает частично в направлении к наблюдателю. Однако яркая звезда вблизи такой туманности случается редко. Поэтому если, по подсчетам, в Галактике есть около 150 светлых туманностей типа «Пеликан», то темных туманностей в ней в тысячу раз больше. Массы отдельных таких туманностей достигают 10 000 масс Солнца.

Обсуждая те или иные проблемы физики газовых туманностей, нельзя не вспомнить имени Г. А. Шайна (1892—1956), бывшего директора Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Работы этого выдающегося

ученого, посвященные всестороннему изучению туманностей, были отмечены Государственной премией СССР.

29 августа 1975 г. в созвездии Лебеда, недалеко от Денеба, вспыхнула новая звезда. По оценкам известного киевского астронома С. К. Всехсвятского (1905—1984), максимального блеска $1,86^m$ она достигла 30 августа. А уже 8 сентября блеск этой звезды составлял $6,0^m$. С этого времени она стала практически недоступной для невооруженного глаза.

Новую звезду независимо друг от друга открывали десятки астрономов-профессионалов и любителей из разных стран. В частности, Астрономический совет СССР на протяжении нескольких дней сразу после вспышки новой получил свыше 50 телеграмм и более 30 писем с сообщениями о появлении новой звезды. В этом списке профессор С. К. Всехсвятский стоит четвертым, астрономы Одесской обсерватории Г. А. Ланге, Б. Н. Фирманюк — пятыми. А первыми заметили новую звезду японские любители астрономии Осада и Хонда.

Как выяснилось, Новая звезда Лебеда до вспышки имела величину около 19^m . Таким образом, в конце августа 1975 г. ее светимость возросла не менее чем в $(2,512)^{19-1,9} = (2,512)^{17,1} \approx 6\,300\,000$ раз!

Созвездие Лебеда знаменито и своими мощными рентгеновскими источниками. Один из них (названный Лебедь X-5) отождествлен с туманностью Петля.

В этом случае «все ясно». Во время вспышки сверхновой звезды образовалась сильная взрывная волна. Она и нагрела окружающий газ до температуры в несколько миллионов

градусов. Именно такой горячий газ и высвечивает основную часть энергии в рентгеновском диапазоне спектра.

Значительно труднее объяснить природу рентгеновского источника Лебедь X-1, расположенного очень близко около звезды η (несколько левее от нее). Объекты такого типа сейчас условно называются «рентгеновскими звездами». Как выяснилось, их мощности в тысячи и десятки тысяч раз превышают светимость Солнца (достигают 10^{31} Вт). Известно уже около ста таких удивительных источников. Таким образом, один рентгеновский источник приходится на миллиард «обычных» звезд. Такое же соотношение было установлено и для галактики Андромеды. Итак, рентгеновские звезды — это очень редкие объекты.

Исследуя подробнее источник Лебедь X-1, астрономы пришли к выводу, что он в действительности — двойная система. Период обращения системы вокруг общего центра составляет 5,6 суток. Один из компонентов, как было установлено, — «нормальная» звезда 9-й величины, имеющая массу около 20 масс Солнца. Это голубой сверхгигант, светимость которого в тысячи раз больше светимости Солнца.

Масса объекта — источника рентгеновского излучения — составляет, по оценкам, 10 масс Солнца.

Источник Лебедь X-1 интересен еще и тем, что поток его рентгеновского излучения существенно изменяется в течение сотых и тысячных долей секунд. Это дает основания утверждать, что он — не что иное, как черная дыра.

И вот как могло бы возникать рентгеновское излучение такого объекта: из атмосферы «нор-

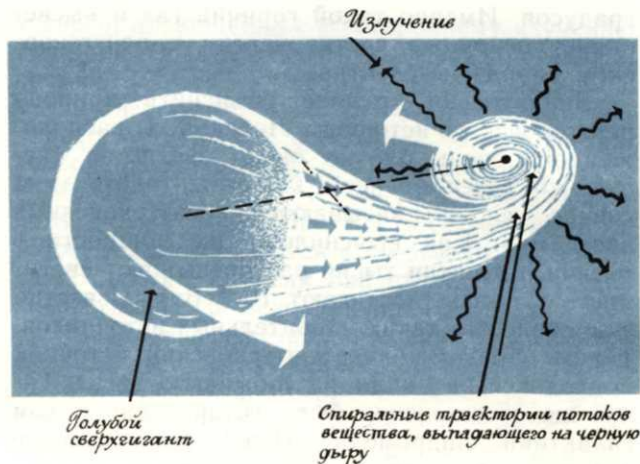


Рис. 14. Модель рентгеновского источника Лебедь X-1, состоящего из двух компонентов — голубого сверхгиганта и черной дыры: вещество перетекает от сверхгиганта в сторону черной дыры, двигаясь по спирали с ускорением, газ нагревается до высоких температур и светится

мальной» звезды (голубого сверхгиганта) вещество медленно перетекает в направлении к черной дыре (рис. 14). Но система двух тел (звезда + черная дыра) вращается вокруг общего центра. Поэтому газ, падая в сторону черной дыры, приближается к ней не «прямо», а как бы накручиваясь вокруг нее. Скажем иначе: газ движется по спиральным траекториям. В конечном итоге вокруг черной дыры образуется плоский газовый диск. Его внутренние слои из-за столкновений атомов и ионов разогреваются до температуры, достигающей десятков и сотен миллионов градусов! Высве-

чивание этого газа и дает эффект рентгеновского источника...

Правда, кое-кто из астрономов считает, что источник Лебедь X-1 на самом деле — тройная система и поэтому можно обойтись без гипотезы о черной дыре. Дескать, звезда, имеющая меньшую массу, состоит из двух компонентов: обычной и нейтронной звезд с массами 9 и 1 массы Солнца соответственно.

В этом случае рентгеновское излучение возникало бы при выпадении газа на поверхность нейтронной звезды. Ведь если радиус нейтронной звезды составляет 10 километров, то газ при свободном падении на нее «из бесконечности» вблизи ее поверхности имеет скорость 100 000 километров в секунду! Значит, при резком торможении одного грамма вещества (при столкновении его с поверхностью звезды) выделялась бы энергия около 10^{13} Дж! Рентгеновское излучение источника будет обеспечено, если на нейтронную звезду ежегодно станет выпадать масса газа, составляющая всего несколько тысячных долей массы нашей планеты.

В целом же следует признать, что для окончательного выяснения природы рентгеновского источника Лебедь X-1 необходимы дальнейшие исследования...

Почти на границе созвездий Ящерицы и Пегаса расположен рентгеновский источник Лебедь X-2. Расстояние до него удалось установить достаточно точно — 2300 световых лет. Это звездообразный объект примерно 15-й величины. Значение «сигнала» от него хаотически изменяется в течение суток. Если это светится горячий газ, то его температура должна быть

около 50 миллионов градусов. А тем временем... в спектре источника Лебедь X-2 найдены точно такие же линии поглощения, как и в атмосфере нашего Солнца. Поэтому следует полагать, что это — двойная система, в которую входит «обычная» и нейтронная звезды.

Здесь целесообразно подчеркнуть, что все наблюдения в рентгеновском (да и в значительной степени в гамма, ультрафиолетовом и инфракрасном) диапазоне спектра проводятся исключительно с борта искусственных спутников Земли и орбитальных космических станций. Именно так, в частности, были открыты как уже упоминавшиеся рентгеновские источники, так и десятки новых объектов — «барстеров» — источников, интенсивность излучения которых в рентгеновском диапазоне на несколько десятков минут возрастает нерегулярно в сто и более раз.

ПОДАРОК ХИТРОЙ ЛИСИЧКИ

Не так давно о созвездии **Лисички** говорили всего несколько фраз. Здесь, мол, находится планетарная туманность M27 (другое ее название — «Гантель»). Вместе со звездами χ и β Лебеда она образует почти равнобедренный треугольник, основанием которого является расстояние χ — M27. Угловые размеры туманности $8' \times 4'$, ее интегральная звездная величина 7,6^m, расстояние до нее — 1000 световых лет.

Но хитрая Лисичка все-таки преподнесла астрономам необыкновенный сюрприз. В августе 1967 г. группа английских астрономов неожиданно зарегистрировала удивительные ра-

диосигналы: импульсы длительностью около 0,3 с отделялись паузами около одной секунды. Затем было установлено, что промежуток времени между началом двух смежных импульсов составляет 1,3373011 с и что он выдерживается с высочайшей точностью.

Вначале у ученых возникла мысль, что они столкнулись с сигналами, посылаемыми в мировое пространство обитателями какой-то внеземной цивилизации. Но через несколько месяцев были открыты еще три таких же источника радиоизлучения. Стало ясно, что имеем дело с импульсным излучением «естественных» источников, о существовании которых раньше просто не знали. Эти объекты были названы *пульсарами* (от английского *pulse* — импульс). К настоящему времени их открыто уже свыше 300.

Расчеты показали, что упомянутые ритмические сигналы не могут возникать ни при пульсациях белых карликов, ни при пульсациях нейтронных звезд. В конце концов была разработана модель «маяка», которой теперь и объясняется импульсное излучение пульсаров.

Чтобы понять принцип действия такой модели, рассмотрим простой пример. Допустим, мы наблюдаем со стороны, как темной ночью мотоциклист, включив фару, кружит на небольшой площадке. В те моменты, когда мотоцикл поворачивается в нашу сторону, мы видим вспышки света...

Итак, согласно современным представлениям, пульсары (рис. 15) — это нейтронные звезды, очень быстро вращающиеся вокруг своих осей (совершая 1—30 оборотов в секунду!). Пульсар имеет сильное магнитное поле,

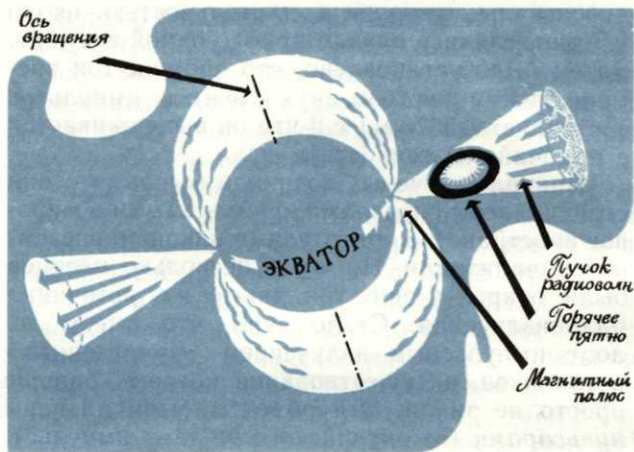


Рис. 15. Модель пульсара: импульсы излучения от пульсара регистрируются лишь тогда, когда магнитный полюс нейтронной звезды занимает ближайшее к наблюдателю положение

причем угол между магнитной осью и осью вращения звезды составляет около 90° . Роль фары здесь играет «горячее пятно», находящееся над магнитными полюсами нейтронной звезды. Импульс излучения регистрируется в тот момент, когда «пятно» направлено в сторону Земли.

Пульсары принято обозначать четырехзначным числом. Первые две цифры обозначают часы, две следующие — минуты прямого восхождения. А впереди ставятся две буквы латинского алфавита, указывающие на место открытия и объект. Так, первый пульсар был обозначен CP 1919. Здесь *C* обозначает Кембридж, буква *P* напоминает, что речь идет о пульсаре.

Аналогично пульсар, открытый в Пушино (СССР), обозначается буквами PP, в национальной радиоастрономической обсерватории Грин Бэнк (США) — NP, на радиоастрономической обсерватории Джодрелл Бэнк (Англия) — JP, в Молонгло (Австралия) — MP или PSR (если координаты объекта установлены с высокой точностью). Иногда при обозначении объекта к часам и минутам добавляют еще знак и число градусов его склонения. Кстати, заслуги Э. Хьюиша в открытии пульсаров были отмечены в 1974 г. Нобелевской премией.

Первый из открытых пульсаров находится как раз в созвездии Лисички справа и ниже от ее звезды α — вблизи лесенки, образованной «границей» с созвездием Стрелы. Здесь же, в этом небольшом созвездии затем было открыто еще несколько пульсаров. В 1982 г. в созвездии Лисички был обнаружен пульсар PSR 1934 + 214, период которого равен всего 1,588 миллисекунды (т. е. этот объект делает 642 оборота вокруг своей оси в секунду!) Вскоре недалеко от него был найден пульсар PSR 1953 + 29 с периодом 6,133 мс. Вообще же следует отметить, что эти объекты заняли широкую полосу вдоль Млечного Пути, в частности, есть они и в созвездии Лебедя. Один из пульсаров расположился вблизи средней яркой звезды в острине Стрелы.

А вот объекты соседних созвездий — **Лиры** и **Орла**. В созвездии Лиры обращает на себя внимание, в первую очередь, звезда Vega — ярчайшая в северном полушарии неба. Эта звезда ежесекундно излучает в 51 раз больше энергии, чем Солнце, ее расстояние до Земли — 26,5 све-

товых лет. Вега была одной из первых звезд, расстояние до которой удалось определить по величине ее смещения в течение года на фоне других, более далеких звезд. Сделал это в 1837 г. выдающийся русский астроном В. Я. Струве (1793—1864). В 1983 г. было установлено, что Вега в инфракрасном диапазоне спектра на длине волны 60 мкм излучает в 10 раз, а на 100 мкм почти в 20 раз больше энергии, чем это «следовало бы» для звезды с эффективной температурой 10 000 К. По-видимому, источник излучения, температура которого около 88 К,— это протяженная область вокруг Веги радиусом не менее 6 млрд. км, что соответствует радиусу орбиты Плутона, точнее,— это оболочка, состоящая из твердых тел диаметром от 1 мм до нескольких метров, общая масса которых достигает 300 масс Земли. Вполне вероятно, что вблизи Веги идет процесс формирования планетной системы. По-видимому, такие же диски из холодных частиц и тел существуют у звезды Фомальгаут (α Южной Рыбы) и (это мы говорим, забегаая вперед) HZ Тельца. Следовательно, шансы обнаружить в скором будущем планетные системы и, кто знает, может быть, даже разумную жизнь далеко за пределами Солнечной системы увеличиваются...

Слева от Веги есть интересная кратная звезда ϵ Лиры. Даже невооруженным глазом видно, что она состоит из двух звезд, величины которых равны 5,1^m. Каждая из них в свою очередь тоже двойная.

Интересна также звезда β Лиры. На протяжении 12,91 суток ее блеск изменяется от 3,4^m до 4,5^m с небольшим вторичным минимумом (3,8^m) посередине между главными. Это — зат-

менно-двойная звезда. Спектральные исследования свидетельствуют, что от главной звезды к ее спутнику движутся потоки газа, образующие впоследствии кольцо вокруг обеих звезд. Переменность звезды β Лиры открыл еще Гудрайк.

Выше и слева от Веги есть полуправильная переменная звезда R Лиры, изменяющая свой блеск от 3,9^m до 5^m со средним периодом 46 суток. Это — холодный красный гигант. Спектральные исследования привели к заключению, что R Лиры — также двойная звезда. На восток от R находится звезда RR Лиры, которая является типичным представителем так называемых короткопериодических цефеид, или *лирид*. С точностью хорошо выверенного маятника звезда RR Лиры в течение каждых 13 часов 36 минут изменяет свой блеск от 7,2^m до 8,6^m. В этом же созвездии почти посередине между звездами β и γ находится одна из известнейших планетарных туманностей, которая называется «Кольцо» или M 57. Ее угловые размеры — 1,4' $\times$ 1,0', интегральная звездная величина — 9,3^m, расстояние до нее — 2 300 световых года.

И, наконец, несколько слов о созвездии **Орла**. Ярчайшая его звезда — Альтаир — имеет светимость в 9,8 раз большую, чем у Солнца. Расстояние до нее — 16,3 световых лет. Звезда η Орла — цефеида и изменяет свой блеск от 3,5^m до 4,2^m за 7,2 суток. В созвездии Орла находится несколько очень слабых планетарных туманностей и около 10 пульсаров.

А вот «обычная» в недавнем прошлом переменная звезда V 1343 Орла с 1978 г. стала одним из популярнейших объектов звездного

неба, известным под именем SS 433. Под этим номером упомянутая звезда вошла в составленный в 1977 г. К. Б. Стефенсоном и Н. Сандулком (США) каталог звезд с яркими эмиссионными линиями. Примечательной особенностью звезды SS 433 Орла, расстояние до которой оценивают в 10—18 тыс. световых лет, является то, что яркие (эмиссионные) линии в ее спектре расщеплены на три компонента, причем два из них ритмично, с периодом 164 дня, сдвигаются в разные стороны от среднего положения на величину, соответствующую скоростям 40 000 км/с. Исследования А. М. Черепашука (СССР) показали, что речь идет о затменно-переменной звезде типа Алголя с периодом 131,1 суток, на протяжении которого блеск изменяется от $13,3^m$ до $14,5^m$. Один из компонентов — массивная горячая звезда-сверхгигант, ее масса — около $18 M_{\odot}$, второй компонент является нейтронной звездой или черной дырой с массой около $6 M_{\odot}$, окруженной плотным горячим газовым диском. По одной из гипотез, так как поток вещества от первой звезды ко второй является «слишком мощным» (говоря — «аккреция является сверхкритической»), то избыток этой массы «выстреливается обратно» вдоль оси магнитного поля нейтронной звезды «вверх» и «вниз» со скоростями около 80 000 км/с. Наблюдаемые особенности спектра объясняются тем, что ось образующейся струи и аккреционный диск совершают прецессионное движение с периодом 164 дня. Ось прецессии наклонена к лучу зрения под углом около 80° , угол прецессии равен 20° . Механизм же ускорения вещества в системе SS 433 пока остается неясным.

ОТ КИТА ДО КОЗЕРОГА

Обратимся теперь к тем созвездиям, названия которых каким-либо образом связаны с водой. Некоторые из них являются зодиакальными созвездиями. Как можно догадываться, древние люди дали им такие названия потому, что во время прохождения Солнца через эти созвездия наступали периоды дождей и половодий.

Двигаясь от созвездия Овен к Кита, прежде всего попадаем в созвездие **Рыбы**. Его ярчайшая звезда α представляет собой систему из четырех звезд. Мало «выдающихся» звезд и в созвездии **Кита**. Однако звезда σ здесь не случайно была названа «удивительной». Потому что, как это было установлено еще в начале XVII в., блеск Миры Кита в среднем в течение 331,65 суток резко изменяется. В максимуме звезда имеет величину $2,0^m$, в минимуме $10,1^m$. Иначе говоря, в максимуме блеска звезда излучает почти в 2000 раз больше энергии, чем в минимуме. По своим внешним признакам Мира Кита — это красный гигант, температура на ее поверхности равна всего 2000 градусов.

Итак, Мира — переменная звезда с довольно большим периодом изменения блеска. Сегодня таких звезд известно около 4600. У одних периоды изменения блеска составляют 90—100 суток, у других — достигают тысячи суток. Есть звезда, период которой равен 1390 суток. У таких звезд периоды и амплитуды изменений блеска могут колебаться в достаточно больших пределах. Чем больше светимость звезды, тем меньше период изменения ее блеска (у цефеид, как уже отмечалось, все наоборот). Причины

отмеченных изменений яркости звезд типа Миры Кита еще окончательно не выяснены. Наиболее вероятными являются пульсации — расширение и сжатие звезды.

Что же касается самой Миры, то, кроме упомянутых выше интересных черт, она еще и двойная. Ее спутник имеет величину $10,0^m$ и, как видно, также изменяет свой блеск.

А теперь сравним карту со звездным небом и найдем на нем звезду τ Кита ($3,5^m$). Во всех отношениях эта звезда очень похожа на наше Солнце. Расстояние до нее — около 10 световых лет.

Есть все основания ожидать, что вблизи именно таких звезд, как Солнце, существуют планетные системы, населенные разумными существами. Действительно, как показывают расчеты, белые и голубые звезды «живут» не миллиарды, а всего-навсего десятки миллионов лет: так быстро исчерпываются в их недрах запасы «горючего» — водорода. Таким образом, если вокруг таких звезд и формируются планетные системы, то все-таки маловероятно, чтобы за такое «короткое» время жизнь там могла развиться до своих наивысших форм. И, наоборот, красные звезды излучают незначительные количества энергии, а поэтому в их окрестностях довольно прохладно...

Исходя из этих соображений, астрономы уже с 1969 г. с помощью мощных радиотелескопов время от времени «прослушивают» звезду τ Кита. Однако пока что безуспешно. Впрочем, прошло еще мало времени и сделано немало попыток принять сигналы от наших разумных соседей (конечно, если таковые существуют в нашей Галактике)...

Справа и немного ниже звезды τ Кита есть очень слабая звезда 13-й величины. И все же иногда ее можно увидеть даже в небольшой телескоп. Дело в том, что эта звезда время от времени внезапно вспыхивает. За 20—40 с блеск звезды UV Кита (таково ее название) возрастает до 7-й величины (то есть ее светимость возрастает в 250 раз). После этого через 10—20 мин звезда возвращается к своему «нормальному» состоянию. Как показывают наблюдения, UV Кита вспыхивает в среднем через каждые 20 ч. За время ее активности выделяется энергия 10^{26} джоулей, это столько, сколько выделилось бы при одновременном взрыве нескольких миллионов водородных бомб...

Недавно было установлено, что UV Кита — двойная звезда. Масса вспыхивающей звезды в 25 раз меньше массы Солнца: это всего лишь небольшой красный карлик. И тем более грандиозными выглядят процессы, происходящие на ней.

Сегодня уже известно около 30 звезд такого типа. В действительности же их значительно больше. Но в «спокойном» состоянии эти звезды излучают небольшие порции энергии, поэтому на них астрономы еще не обратили внимания. Пока что выявлены лишь те из них, которые являются нашими ближайшими соседями.

А что же касается упомянутых вспышек, то здесь еще, как говорится, неподнятая целена для всевозможных догадок. По-видимому, вспышки обусловлены взаимодействием мощных магнитных полей противоположной полярности, существующих во внешних слоях звезды. В свою очередь, такие поля возникают в резуль-

тате интенсивного движения вещества звезды (своеобразного «кипения»), которое, как выяснилось, имеет место во внешних слоях (толщиной 100 000 км) нашего Солнца, а также в оболочках всех желтых и — тем более — красных звезд.

В созвездии **Водолея**, как и Южной Рыбы, находящемся под ним, ярких звезд также очень мало. Соединим мысленно звезду Фомальгаут с β Водолея. На двух третьих расстояния от последней в этом направлении можно увидеть в телескоп один из наиболее привлекательных объектов неба вообще — большую планетарную туманность «Улитка» NGC 7293 (рис. 16). Ее интегральная величина $6,5^m$, угловые размеры $15' \times 12'$, а линейный диаметр в 300 000 раз превышает расстояние от Земли до Солнца. В центре туманности находится ядро — звезда $13,3$ величины. Расстояние от Земли до этой небесной «улитки» — 650 световых лет.

В этом же созвездии слева от звезды ϵ есть еще одна, правда, значительно более слабая планетарная туманность — «Сатурн» ($8,4^m$), ее угловой диаметр меньше $1'$, расстояние до нее — около 1300 световых лет. Свое название «планетарные» эти туманности получили потому, что у большинства из них наблюдаются не кольца, а едва заметные диски зеленоватого оттенка, сильно напоминающие далекие планеты Уран и Нептун.

На трети расстояния от звезды β Водолея до ϵ Пегаса с помощью телескопа находим шаровое скопление M2 ($6,5^m$), его угловой диаметр — около $12'$, расстояние до него — 30 000 световых лет. Интересно, что в этом



Рис. 16. Планетарная туманность из созвездия Водолея

скоплении есть много относительно горячих белых и желтых звезд, тогда как обычно такие скопления состоят в основном из красных звезд.

Мимоходом обратим внимание и на достаточно яркое шаровое скопление M15 ($6,4^m$) в соседнем созвездии **Пегаса**. Находится оно на продолжении направления от звезды θ до ϵ Пегаса недалеко от «границы» с созвездием Малого Коня. Диаметр скопления — 95 световых лет, расстояние до этой системы звезд — 27 000 световых лет.

И, наконец, в созвездии Водолея расположены два радианта метеорных потоков. В начале мая наблюдаются так называемые эта-Аквариды, в конце июля — дельта-Аквариды (от латинского «Аквариус» — Водолей, η и δ — звезды, вблизи которых находятся радианты).

Вот мы и «пропутешествовали» до созвездия **Козерога**. Оно, как и некоторые предыдущие, не имеет ярких звезд и интересных объектов («пока что»). Звезда α Козерога — оптическая двойная. Здесь речь идет о двух звездах, очень близко расположенных на небесной сфере, которые, однако, не связаны в единую систему. Наконец, каждая из них является двойной, что можно установить только с помощью спектральных исследований.

Слева от звезды ζ Козерога (в направлении на Фомальгаут) находится шаровое скопление М 30 (7,6^m), его угловой диаметр — 8', расстояние до этого объекта — 30 000 световых лет.

ЗА ЗОЛОТЫМ РУНОМ

Приведем несколько древнегреческих легенд, связанных с названиями описанных выше созвездий. Лебедь — это знаменитый певец Орфей, сын бога искусств Аполлона. Своей музыкой Орфей заставлял растения склонять ветви, сдвигал камни, укрощал диких зверей. После смерти своей жены Эвридики Орфей сошел в подземное царство Аида и своей музыкой растрогал богиню подземного царства Персефону, позволившую им обоим вернуться на землю. Однако Орфей не должен был оглядываться на тень своей жены и разговаривать с нею до выхода на дневной свет. Орфей нару-

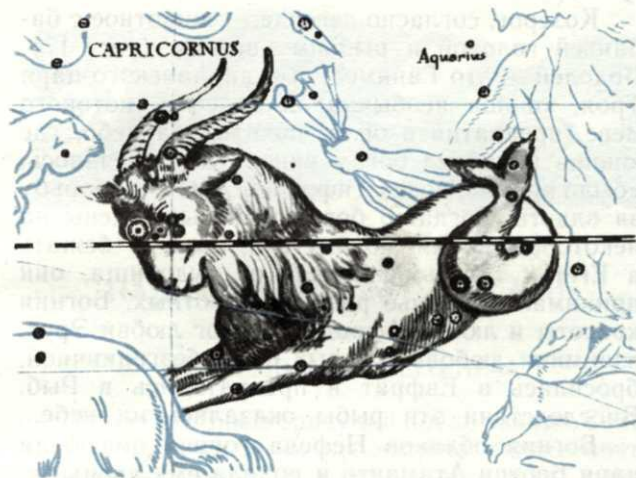


Рис. 17. Изображение фигуры Козерога из атласа Гевелия

шил обет: оглянулся, чтобы убедиться, действительно ли Эвридика следует за ним, и... потерял ее навсегда. За верность, которую он сохранил жене после этого, боги поместили Орфея с его лирой на небо.

Дельфин будто бы спас другого выдающегося греческого певца Ариона, когда матросы одного корабля хотели убить его, чтобы завладеть его богатством. Согласно другой легенде, это тот дельфин, который открыл Посейдону убежище дочери Нерее Амфитриты.

Орел, по греческой мифологии, — посланец Зевса, клевавший печень титана Прометея. Его Геракл убил из лука Стрелой, которая тут же рядом на небе.

Козерог, согласно легенде, — животное с бараньей головой и рыбьим хвостом (рис. 17). Водолей — это Ганимед, сын дарданского царя Троя, юноша необычайной красоты, которого Зевс, превратив в орла, похитил на небо, где юноша подносил богам вино. Как отмечалось, «было время», когда Тифон вел с Зевсом борьбу за власть. Тогда-то боги были вынуждены на некоторое время покинуть Олимп и бежать в Египет. Здесь, спасаясь от чудовища, они принимали обличье разных животных. Богиня красоты и любви Афродита и бог любви Эрот, взаимная любовь которых была безграничной, бросились в Евфрат и превратились в Рыб. Впоследствии эти рыбы оказались на небе...

Богиня облаков Нефела горячо полюбила царя Беотии Атаманта и родила ему двоих детей — Фрикса и Геллу. Со временем Атамант женился на другой. Мачеха возненавидела детей Нефелы и колдовством вызвала в стране засуху, одновременно требуя принести Фрикса и Геллу в жертву Зевсу. Нефела спасла своих детей, окутав их облаком. На золоторунном баране дети убегали из Европы в Азию, но по дороге Гелла упала со спины барана в пролив Дарданеллы. Фрикс добрался до Колхиды, где принес золоторунного барана в жертву Зевсу. Впоследствии шерсть барана — золотое руно — вернули в Грецию смелые герои — аргонавты, которые приплыли в Колхиду на корабле Арго. Правда, на небе Овен (баран) отделен от Корабля Арго (точнее, созвездий Корма, Компас, Паруса и Насос, которые в прошлом образовывали это созвездие) гирляндой других...



НАД ГОРИЗОНТОМ... «КОСАРИ»

СОЗВЕЗДИЯ ЗИМНЕГО НЕБА

В начале зимы сразу же после захода Солнца на южной части небосклона видны почти все те созвездия, о которых шла речь выше. Однако вид звездного неба день ото дня все же заметно изменяется. Ведь в каждый последующий вечер та или иная звезда достигает своего наивысшего положения на небосклоне (как говорят астрономы, верхней кульминации) на четыре минуты раньше, чем в предыдущий. За 10 дней это дает уже 40 мин, за месяц — 2 часа. Это связано с видимым движением Солнца на небесной сфере, а фактически — с движением Земли вокруг Солнца.

В соответствии с этой годичной сменой вида звездного неба в середине зимы в его южной части видим уже другие созвездия (см. вклейку). Так, слева от Персея высоко вверх поднимается созвездие **Возничего**. Его ярчайшую звезду α ($0,1^m$) — Капеллу (в переводе с латинского — «козу») — находим на продолжении той цепочки звезд Персея, которая загибается влево. Звезда β Возничего ($1,9^m$) называется

Менкалинан (от арабского «менкаб зи-л-ан-нан» — плечо возничего).

Ниже и несколько правее Возничего находится зодиакальное созвездие **Тельца** (знак ♉), через которое Солнце проходит с 13 мая по 20 июня. Здесь прежде всего привлекает внимание небольшая группа звезд — рассеянное скопление Плеяды (от греческого «плейяс» — несметное количество). Звезда α Тельца ($0,9^m$) называется Альдебаран (от арабского «ад-да-баран» — «идущая вослед», потому что она восходила после Плеяд). Рядом с ней — рассеянное скопление Гиады (от греческого «гийн» — мочить дождем, потому что утреннее появление этой группы звезд совпадало в Древней Греции с периодом дождей). Звезда β Тельца называется Нат (от «нахт» — рог). Ее величина $1,7^m$.

Слева от Тельца — зодиакальное созвездие **Близнецов** (его знак ♊), в котором Солнце находится с 20 июня по 19 июля. Две ярчайшие звезды Близнецов α ($1,6^m$) и β ($1,1^m$) — Кастор и Поллукс соответственно — носят имена героев древнегреческой мифологии, звезда γ Близнецов ($1,9^m$) называется Альхена.

Украшение зимнего неба — созвездие **Ориона**. Три его яркие звезды, расположенные в ряд близко друг от друга, образуют Пояс Ориона, а наши прадеды называли их Косарями. Ярчайшая в Орионе — звезда β ($0,1^m$) — называется Ригель (от арабского «риджл» — нога). Над поясом Ориона находится звезда α ($0,4^m$) — Бетельгейзе (от «байт ал-джауза» — «подмышка сопряженного», очевидно, арабские астрономы усматривали в этой группе звезд какого-то «сдвоенного» человека). Справа от

звезды β находится γ Ориона ($1,6^m$) — Беллатрикс (что в переводе с латинского означает «воинственная»). Звезды δ , ϵ , ζ Ориона (первый, второй и третий «косари») называются соответственно Минтака (от «мантака» — пояс), Альнилам и Альнитак.

Забегая вперед, скажем, что, согласно одной из древнегреческих легенд, Орион — выдающийся охотник, охотящийся на Тельца. Поэтому созвездие Ориона «сопровождают» Большой Пес (слева внизу) и Малый Пес (слева, ниже Близнецов). Оба «небесных пса» разделены созвездием Единорога. «Из-под ног» Ориона «выпрыгивает» Заяц, еще ниже расположился Голубь. Справа от созвездия Ориона до Кита протянулось созвездие Эридан.

А вот собственные имена их отдельных звезд: α Большого Пса ($-1,46^m$), являющаяся ярчайшей звездой неба, — это Сириус, звезда α Малого Пса ($0,4^m$) — Процион (точнее, Прокцион, имеет смысл «раньше Пса», поскольку она восходит раньше Сириуса), звезда α Зайца ($2,6^m$) называется Арнеб (от «арнаб» — заяц), α Голубя ($2,6^m$) — Факт.

...Задолго до восхода Солнца в июле и августе вставали косари, чтобы по росе скосить горох, гречиху, овес. И в это же время, будто соревнуясь с ними, восходили три яркие звезды Пояса Ориона. Почему же их не назвать «косарями»? Положение на небе Косарей и Квочки (так наши предки называли скопление Плеяды) легко запоминалось и можно было достаточно точно установить начало того или иного сезона года и связанных с ним сельскохозяйственных работ.

Так, в частности, легко заметить, что, двигаясь на вечернем небе к западу, Плеяды в начале мая исчезают в сумерках. На протяжении следующих двух месяцев их не видно на небе вообще. Когда же они появлялись утром перед восходом Солнца в конце июня, — наступала пора косовицы. В начале сентября Плеяды перед рассветом достигают верхней кульминации. Дождавшись этой поры, начинали сев озимых.

Пояс Ориона впервые появляется утром приблизительно 20 июля. Через два месяца он восходит уже около полуночи и до восхода Солнца успевает достичь верхней кульминации. В середине декабря это созвездие кульминирует в полночь, в марте заходит вечером и в начале мая исчезает в лучах Солнца. На протяжении около 70 суток Косарей (Ориона) на небе не видно. То же самое можно сказать и о звезде Сириус, которая древним египтянам своим первым утренним появлением перед восходом Солнца «предвещала» начало разлива реки Нил.

ОТ ВОЗНИЧЕГО ДО ЕДИНОРОГА

Ярчайшая звезда в созвездии Возничего — Капелла — находится на расстоянии 45 световых лет от Солнца. Как выяснилось, Капелла — система из двух звезд, расположенных на угловом расстоянии $0,05''$ друг от друга и совершающих оборот вокруг общего центра за 104,9 суток. Массы компонентов соответственно равны $4,2 M_{\odot}$ и $3,3 M_{\odot}$, а их радиусы — $12 R_{\odot}$ и $7 R_{\odot}$.

Звезда β Возничего с периодом 3,96 суток

изменяет свой блеск на $0,1^m$. Это — затменно-двойная звезда.

Справа и немного ниже от Капеллы есть две затменно-двойные звезды, заслуживающие особого внимания. Первая из них — ϵ Возничего, расстояние до которой достигает 800 световых лет. Период изменения блеска ϵ Возничего составляет 9883 суток, то есть 27 лет, причем ее блеск изменяется от $3,0^m$ до $4,4^m$. Исследования показали, что эти изменения происходят в результате регулярных затмений звезды ее невидимым спутником. Главная звезда имеет массу $35 M_{\odot}$, тогда как спутник — около $23 M_{\odot}$. Но интересно здесь вот что. Спектр звезды-спутника зарегистрировать не удастся. В то же время спектр главной звезды виден даже при полном затмении. Поэтому астрономы пришли к заключению, что вокруг звезды-спутника существует исключительно протяженная полупрозрачная пылевая оболочка. В самом центре этого гигантского пылевого облака (его размеры в несколько тысяч раз превышают радиус Солнца!), по мнению некоторых астрономов, находится черная дыра...

В том, что такие оболочки у звезд вообще возможны, убеждаемся на примере соседней системы — звезды ζ Возничего. Здесь две звезды — одна голубая, вторая красная — затмевают друг друга с периодом 972,2 суток. Поскольку размеры красного компонента раз в 300 превышают размеры Солнца, то красная звезда затмевает голубую на протяжении почти 40 суток. Оболочка красного гиганта — полупрозрачная. Поэтому, исследуя излучение голубой звезды в процессе ее затмения, астрономы, тем самым, имеют возможность установить рас-

пределение отдельных химических элементов на разных высотах в оболочке красного гиганта. Вот как можно заглянуть в недра звезды в прямом смысле этого слова!

В созвездии Возничего имеется три относительно ярких рассеянных звездных скопления — М 36, М 37 и М 38. Их интегральные величины соответственно равны $6,3^m$, $6,2^m$ и $7,0^m$. Расстояния до этих объектов достигают 3000 световых лет. Протянулись они цепочкой среди звезд Млечного Пути выше звезды β Тельца.

Звезда Кастор в созвездии **Близнецов** оказалась очень интересной кратной системой. Уже в небольшой телескоп видно, что она состоит из двух компонентов — голубых звезд с величинами $2,0^m$ и $2,8^m$, расположенных на угловом расстоянии $6,3''$. Период обращения этой системы вокруг общего центра составляет 420 лет. На угловом расстоянии приблизительно $73''$ от описанной системы расположен третий компонент — Кастор С, звезда, имеющая среднюю видимую величину $9,0^m$. Ее период обращения вокруг центра масс всей системы измеряется несколькими десятками тысяч лет.

Но вот были проведены спектральные исследования всех трех звезд. И оказалось, что каждая из них — двойная система. Пара Кастор А совершает оборот вокруг «своего» центра за 9,2 суток, Кастор В — за 2,9 суток, а Кастор С — за 0,8 суток. Вот если бы побывать на планете вблизи одной из этих звезд! Какое интересное зрелище из шести солнц мы увидели бы на небосводе...

Звезда ζ Близнецов Мекбуда — цефеида. В течение 10,2 суток она изменяет свой блеск от $3,7^m$ до $4,1^m$. Кроме того, эта звезда еще

и спектрально-двойная: наличие около нее спутника определяется по ритмическому смещению линий в спектре системы.

Вслед за древними астрономами вообразим себе, что яркие звезды созвездия Близнецов образуют фигуры двух людей, повернутых к нам лицом. Тогда звезда Альхена была бы ступней левой ноги Поллукса. А левая нога Кастора имела бы вид дуги. На ее вершине разместились звезда η Близнецов (Пропус). Так вот выяснилось, что на протяжении 233,4 суток блеск этой полуправильной переменной звезды изменяется с амплитудой $0,8^m$. Кроме того, звезда Пропус — еще и затменно-двойная с периодом 2983 суток.

На самом конце «согнутой левой ноги» Кастора даже невооруженным глазом видно рассеянное звездное скопление М 35 ($5,3^m$), расстояние до которого — 2600 световых лет. В этом скоплении насчитывается 120 звезд.

Теперь обратим внимание на звезду Процион (α Малого Пса). Расстояние до нее — 11,4 световых лет, излучает эта звезда энергию, в 7,4 раза превышающую светимость Солнца. В 1844 г. Ф. Бессель заметил, что в движении Проциона среди звезд (точнее, на фоне далеких звезд) наблюдаются периодические отклонения от прямолинейности. Бессель пришел к выводу, что в действительности Процион — двойная звезда. Впоследствии была рассчитана орбита невидимого компонента, а в конце XIX в. обнаружено, что это — белый карлик $10,8^m$, период обращения которого вокруг главного компонента 40,65 лет.

В созвездии **Единорога** ярчайшая звезда β — тройная система. Здесь также привлекает



Рис. 18. Часть туманности «Розетка» из созвездия Единорога; видны темные узкие «коридоры», которые, сжимаясь, становятся зародышами звезд

внимание два рассеянных скопления звезд. Первое из них, NGC 2244 ($6,2^m$), расположено на расстоянии 5000 световых лет от

Солнца. В скоплении — около 20 звезд, окруженных плотной туманностью, которая называется «Розетка» (рис. 18). Искать этот объект необходимо на середине прямой, соединяющей звезды α Малого Пса и γ Ориона. Слева и выше от туманности Розетка находится рассеянное скопление NGC 2264 ($4,7^m$).

Между двумя отмеченными скоплениями звезд разместился очень интересный объект звездного неба — переменная туманность Хаббла (NGC 2261), расстояние до которой — 5 000 световых лет. Туманность Хаббла относится к так называемым кометообразным туманностям. Она имеет вид конуса, в вершине которого расположена переменная звезда R Единорога, неправильно изменяющая свой блеск от $11,3^m$ до $11,8^m$. Интересно, что в инфракрасном диапазоне спектра этот объект излучает в тысячи раз большую энергию, чем в видимом свете. Не исключено, что здесь на наших глазах «рождаются» молодые звезды, формируются планетные системы...

СИРИУС...КРАСНЕЕ МАРСА?

Созвездие Большого Пса знаменито тем, что в нем находится ярчайшая звезда неба Сириус, расстояние до которой — 8,7 световых лет. Мощность Сириуса составляет 22,4 светимости Солнца. Уже упоминавшийся астроном Бессель аналогичным способом установил, что Сириус, как и Прокцион — двойная звезда. Из расчетов вытекало, что невидимый компонент вращается вокруг главной звезды (собственно Сириуса) с периодом 50 лет. Первый из белых карликов,

а именно таков невидимый компонент Сириуса, был открыт в 1862 г. как звезда 8,5-й величины.

Для древних египтян первый утренний восход Сириуса совпадал с днем летнего солнцестояния и началом разлива могучей реки Нил. Эту звезду древнеегипетские астрономы называли Сотис (точнее Сопт) и вели наблюдения за ней самым тщательным образом. Древние греки называли ее «сириос», то есть «блестящий», а римляне — «каникула», что дословно означает «собачка». От последнего и произошло приятное для всех учеников и студентов слово «каникулы». Потому что с появлением созвездия Большого Пса перед восходом Солнца начинался период нестерпимой жары, тогда чаще, чем в другие времена года, возникали различные эпидемии. Поэтому было целесообразно сделать перерыв в учении.

Сириус пока что скрывает одну из самых больших своих тайн. Именно его поэт Арат (III в. до н. э.) назвал «разноцветным». Римский писатель Цицерон (106 — 43 гг. до н. э.), пересказывая поэму Арата латинским языком, писал уже так: «...потому, что под его ногами золотисто-красным светом сияет этот горячий пес, отражая излучение свое в свете звезд».

Со своей стороны, римский поэт Гораций (65—8 гг. до н. э.) отмечал: «Проявляй мужество при всяком испытании, даже если бы от жара красного Пса растрескивались немые статуи...» А вот у Сенеки (умер в 65 г. до н. э.) читаем следующее: «Не удивительно, что всякие испарения в Земле такие разнообразные, если даже на небе предметы кажутся нам неодинакового цвета: так Каникула («Собачья звезда» — Сириус — *И. К.*) светит ярко-красным

светом, Марс не таким красным, а Юпитер не имеет никакого цветового оттенка».

Через сто лет Клавдий Птолемей вспоминает о звезде, «яркой наверху, называемой Псом и красной». Есть исторические упоминания о том, что древние греки в III в. н. э. во время каникул приносили богам в жертву рыжего пса, возможно, в соответствии с цветом Сириуса.

Но сегодня мы видим эту звезду белой, а температура на поверхности Сириуса близка к 10 000 градусов. Таким же видели его и арабские астрономы в конце I тысячелетия н. э. Тем более удивительно, что в арабских списках «Альмагеста» Птолемея упоминается не шесть, а только пять красных звезд. В связи с этим известный французский астроном Камилл Фламарион (1842—1925) утверждал, что переводчики «Альмагеста» на латинский язык плохо прочитали самого Птолемея, дескать, ярчайшие звезды Птолемей называл именами и поэтому в «Альмагесте» могло быть написано так: «звезда, которую называли Псом и Сириусом», что отвечало бы арабским текстам. Что же касается Цицерона, Горация и Сенеки, то они, мол, использовали красный цвет как своеобразную поэтическую метафору.

Можно, однако, предположить, что эти выдающиеся деятели античной культуры писали о том, что видели своими глазами. Арабские же астрономы, в свою очередь, могли «отредактировать» текст «Альмагеста» в соответствии с тем цветом, который имел Сириус в конце I тысячелетия н. э. Если это так, то даже в течение нескольких сотен лет отдельные звезды могут существенно изменять свой блеск и тем-

пературу поверхности. В данном случае это, вероятно, в определенной степени связано с наличием спутника вблизи Сириуса (с перетеканием вещества от одной звезды к другой).

Обратим внимание и на несколько других объектов этого участка неба. Ниже чуть-чуть на восток от Сириуса есть звезда α Большого Пса. Она интересна тем, что с ее поверхности, как ветром, «сдувается» газ, причем его скорость достигает нескольких тысяч километров в секунду.

На полпути от звезды α до звезды β (Мурзим) находится рассеянное звездное скопление M41 ($5,0^m$), расстояние до которого — 1600 световых лет. В этом скоплении насчитывается около 100 звезд. По одному слабому шаровому скоплению имеют созвездия **Заяц** и **Голубь**.

В созвездии **Эридана** привлекает внимание звезда ϵ ($3,7^m$), расстояние до которой — 10,9 световых лет. На эту слабо красноватую и все-таки очень похожую на Солнце звезду время от времени направляют антенны радиотелескопов в надежде «уловить» сигналы от разумных существ, которые, возможно, живут на планетах вблизи таких звезд и которые, возможно, как раз теперь пытаются установить контакты с нами...

ЖЕМЧУЖИНЫ ТЕЛЬЦА И ОРИОНА

В созвездиях **Тельца** и **Ориона** (рис. 19) есть несколько действительно экзотических объектов. Это, в частности, ближайшее к нам рассеянное скопление звезд **Гиады**, расстояние до которого — 130 световых лет (оно находится вдвое дальше от Земли, чем звезда Альдеба-



Рис. 19. Положение наиболее интересных объектов в созвездиях Тельца и Ориона

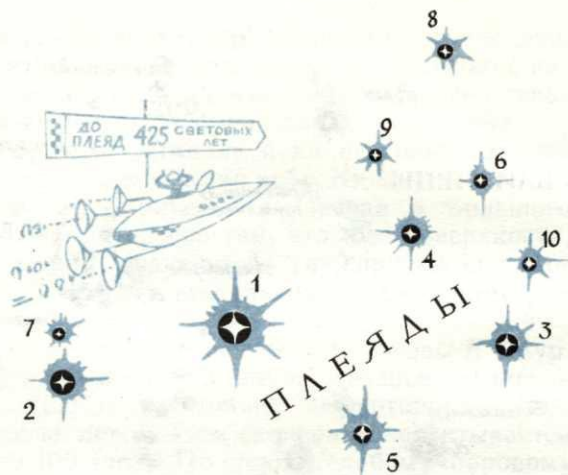


Рис. 20. Ярчайшие звезды рассеянного звездного скопления Плеяды:

1 — Альциона, 2 — Атлас, 3 — Электра, 4 — Майя, 5 — Меропа,
6 — Тайгета, 7 — Плейона, 8 — Астерона I, 9 — Астерона II

ран). Наблюдение этого скопления привело к выводу о том, что все его звезды движутся в одну сторону — в направлении к звезде α Ориона. Каких-то 100 000 лет назад они прошли на кратчайшем расстоянии от Солнца — «всего» 60 световых лет. В будущем, через несколько тысяч лет, расстояние до этого живописного роя звезд возрастет настолько, что невооруженным глазом его уже не будет видно.

Расстояние до Плеяд (рис. 20) — 425 световых лет. Здесь звезда η называется Альциона ($2,9^m$), рядом слева — Плейона, под ней Атлас (в списке звезд Тельца его обозначают номером

27). Согласно легенде, Атлас и Плейона — родители Плеяд.

Если Галилей насчитывал в Плеядах 36 звезд, то в прошлом веке полагали, будто бы их там свыше 2300. Однако впоследствии было установлено, что только около 130 звезд действительно связаны в единое целое силой тяготения. Все другие — это звезды, находящиеся на значительно больших расстояниях от Земли, а в том же направлении мы видим их совсем «случайно». Звезды из скопления Плеяды окружены пылевой оболочкой — туманностью. Очевидно, она является остатком «строительного материала», а сформировались звезды этого скопления всего лишь три миллиона лет назад.

Настоящая жемчужина созвездия Тельца — Крабовидная туманность (рис. 21). Расположена она под звездой ζ Тельца в направлении на звезду Нат (иными словами — над верхушкой нижнего рога быка). В погожую ночь туманность можно увидеть даже в небольшой телескоп. Ее интегральная видимая звездная величина составляет $8,6^m$, угловые размеры — $6' \times 4'$, расстояние до нее — 5 500 световых лет. Ее другое широко употребляемое название — объект M1 (в каталоге Мессье Крабовидная туманность стоит первой).

Шестьдесят лет назад было установлено, что объект M1 — это не скопление звезд, а газовая туманность, расширяющаяся со скоростью 1000 км/с. Таким образом, расстояние в одну астрономическую единицу передний край туманности проходит всего за двое суток!

Крабовидная туманность образовалась в результате вспышки сверхновой звезды 1054 года. Остаток этой звезды находится в центре



Рис. 21. Крабоидная туманность — остаток вспышки
Сверхновой 1054 г.

туманности, однако долгое время никто даже не подозревал, сколько интересных тайн он скрывает.

В 1949 г. ученые установили, что эта туманность — мощный источник радиоизлучения, названный Телец А. Всесторонние наблюдения показали, что туманность светится в результате торможения релятивистских электронов (то есть электронов, скорости которых почти равны скорости света) в магнитных полях, про-

низывающих всю туманность. Это так называемое *синхротронное излучение*.

Спустя некоторое время (1963 г.) стало ясно, что Крабоидная туманность — мощный источник рентгеновского излучения, которое также является синхротронным. Однако анализ неизбежно приводил к выводу, что релятивистские электроны тормозятся, полностью расходуют свою энергию всего за несколько лет. Поэтому было загадкой, почему же все-таки туманность светится и через 900 лет после ее образования? Ответ на этот вопрос ученые нашли в 1968 г., когда в центре Крабоидной туманности обнаружили пульсар (его обозначение — NP 0531). Это он «работает» как гигантский ускоритель, время от времени «выстреливающий» в туманность целые сгустки релятивистских электронов. Как именно, сказать пока что трудно.

Период пульсаций пульсара NP 0531 равен всего 0,033 секунды. Было установлено, что та самая центральная звезда туманности и есть пульсар. Она с тем же периодом 0,033 секунды увеличивает свой блеск от 16,5 до 13,9 звездной величины. Иначе говоря, за каких-то нескольких тысячных долей секунды светимость звезды возрастает в десять раз. И такие вспышки ритмично повторяются уже 900 лет! Более того, этот объект — также и рентгеновский пульсар, в рентгеновском диапазоне он излучает энергию в 200 раз большую, чем в видимом свете, и в десятки тысяч раз большую, чем в радиодиапазоне.

По современным представлениям, этот пульсар — нейтронная звезда, ежесекундно совершающая 30 оборотов вокруг своей оси!

Справа (к западу) на расстоянии около 1,5 градусов от Крабовидной туманности расположен еще один пульсар — МР 0525, период которого составляет 3,75 секунды. Расстояние до этого объекта — также 6500 световых лет, а их взаимное расстояние — около 200 световых лет.

Почти посредине между звездой Нат и Плеядами находится одна из самых удаленных галактик (известных сегодня). Она «обнаружила» себя благодаря мощному радиоизлучению. В Третьем каталоге радиисточников, составленном кембриджскими радиоастрономами, она имеет номер 123 и обозначается так: объект 3С 123. Все линии в спектре этой галактики сдвинуты в красную сторону почти на 50 %. Расчеты показывают, что расстояние до нее составляет 7 млрд световых лет.

Расстояние до ярчайшей звезды из созвездия Ориона — Ригеля — 1100 световых лет. Эта звезда каждую секунду излучает энергию, в 81 000 раз превышающую светимость Солнца. Однако по своим размерам Ригель довольно «скромен», так как его радиус всего в 50 раз больше солнечного. Это — система, состоящая из четырех звезд. Главная звезда — спектрально-двойная. На расстоянии $10''$ от нее в телескоп виден ее спутник ($7,4^m$), являющийся также двойной звездой.

Бетельгейзе — α Ориона — настоящий красный сверхгигант: ее радиус в тысячу раз превышает радиус Солнца. Это — неправильная переменная звезда, изменяющая свой блеск на $0,9^m$ в течение 2070 суток. Кроме того, Бетельгейзе — спектрально-двойная звезда, а на



Рис. 22. Большая туманность Ориона, окружающая звезды Меча Ориона

расстоянии около 3' она имеет еще и спутник 11-й величины.

Особого внимания в созвездии Ориона заслуживают туманности, которых здесь несколько. Одна из них — «Большая туманность Ориона» M42 (рис. 22) — расположена «на острие меча», подвешенного «к поясу», в окрестности звезды θ . И хотя расстояние до туманности достигает 1000 световых лет, ее видно даже невооруженным глазом.

Что же касается звезды θ , то это — очень интересная система, которую называют «Трапеция Ориона». Все шесть звезд системы — горячие гиганты, щедро расточающие запасы своей энергии. Возраст этой системы около 3 миллионов лет.

Вывод о том, что звезды рождаются и в наше время, причем не в одиночку, а группами, сделал еще в 1947 г. выдающийся астрофизик В. А. Амбарцумян (СССР), изучавший так называемые *звездные ассоциации* — группы звезд, имеющие одинаковые физические характеристики. Об этом свидетельствуют наблюдения туманности M42, проведенные в инфракрасном и радиодиапазоне. Как выяснилось, на краях этой туманности (как и многих других, подобных ей) есть почти точечные («компактные») *источники ОН-излучения*. Речь идет об объектах, излучающих значительное количество энергии на длине волны 18 см. Как раз отвечающие этой длине волны кванты света и способна излучать молекула гидроксила ОН.

По мнению И. С. Шкловского, эти источники — не что иное, как зародыши звезд. Их мощности измеряются тысячами светимостей



Рис. 23. Туманность «Конская голова» из созвездия Ориона

Солнца, однако почти всю свою энергию они излучают в инфракрасной области спектра.

Чуть ниже звезды Альнитак расположена туманность В 33. Здесь соединение светлой и темной туманностей создает оригинальный рисунок, из-за чего туманность была названа «Конской головой» (рис. 23).

Нет сомнений в том, что в туманности Ориона и сегодня продолжают процессы звездообразования. Очень интересно, что вблизи этого созвездия обнаружены три звезды

(соответственно в созвездиях Возничего, Овена и Голубя), летящие «прочь» от него со скоростями около 100 км/с. Можно думать, что несколько миллионов лет назад здесь на расстоянии около 1000 световых лет от Солнца произошел грандиозный процесс звездобразования, результатом которого являются и «Трапеция», и те удивительные «беглецы».

ДРЕВНЕГРЕЧЕСКИЕ ЛЕГЕНДЫ

Согласно одной из легенд, в названии созвездия Возничего увековечен мифический извозчик Келлас, который в левой руке держит двух козлят, а на левом плече Капеллу — козу Амалфею. Как уже упоминалось, молоком этой козы будто бы был вскормлен Зевс. Когда Амалфея обломала себе рог, Зевс, взяв в свои руки, благословил его. И с того времени, дескать, этот рог наполняется всем, чего пожелает его владелец. Отсюда и пошло выражение «рог изобилия». Впоследствии коза Амалфея погибла, и из ее шкуры Зевс сделал себе чудодейственный щит-эгиду, который не пробивало никакое оружие. Слово «эгида» и означает «защита», «покровительство».

Согласно другой легенде, Возничий — это Эрихтоний, один из царей Афин, сын богини Геи, который будто бы вырос из земли, как растение, у него вместо ног были змеи. Эрихтоний впервые построил воз, вернее — квадригу, колесницу, в которую запрягали четырех лошадей. Еще одна легенда утверждает, что это созвездие изображает фигуру Фазтона, сына бога Солнца Гелиоса. Фазтон однажды якобы упросил своего отца разрешить ему прокатиться

по небу на солнечной колеснице. Гелиос, который заранее поклялся священной рекой Стикс, не мог отказать. Но, поднявшись на небосвод, Фазтон растерялся и выпустил вожжи. Колесница сбилась с пути и кони помчали ее очень близко от земли, на которой начали пересыхать реки и гореть леса. Чтобы спасти землю, Зевс поразил Фазтона молнией, и он упал в реку Эридан...

Название созвездия Тельца (Быка) связано с деятельностью мифического критского царя Миноса — сына Зевса и дочери финикийского царя Агенора Европы. Минос был мудрым и справедливым правителем, за что после смерти, как рассказывала легенда, стал судьей в подземном царстве мертвых. Однажды будто бы к острову прибудил бык, который, извергая пламя, опустошал окрестности. Поймал и усмирил это чудовище Геракл. Согласно другой легенде, это был бык, в которого обратился Зевс, чтобы похитить красавицу Европу, когда она со своими подругами играла на берегу моря. Бык перевез Европу через море на своей спине. Вот почему, мол, на древних картах изображались только голова и спина животного (рис. 24).

Около «спины» быка на небе находятся Плеяды. Это — семь сестер — дочерей Атланта (Атласа), обреченного держать на своих плечах небосвод. Потрясенные такой судьбой отца, дочери Атланта — Электра, Майя, Тайгета, Алкиона, Мeroпа, Келено и Стеропа — покончили с собой. Гиady, находящиеся рядом с головой Быка, — это семь нимф, дочерей прародителя всех богов — Океана.

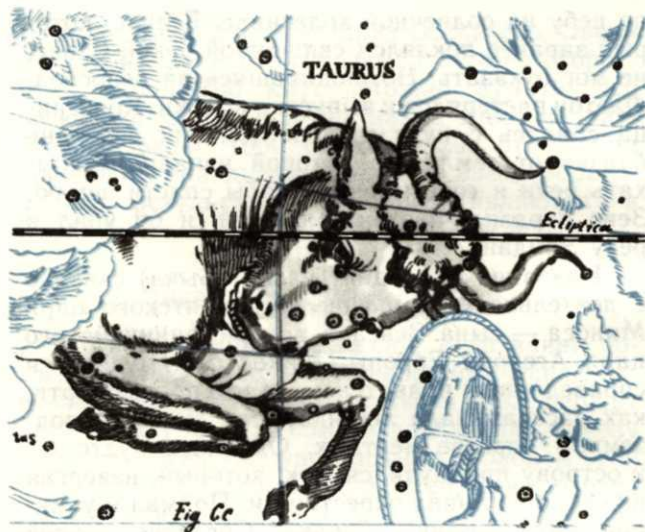


Рис. 24. Фигура Тельца из атласа Гевелия

Близнецы — Кастор и Полидевк (римское — Поллукс) — сыновья Зевса и царицы Спарты Леды. Когда Кастор погиб в битве, Полидевк не пожелал жить без брата и просил Зевса послать ему смерть. Зевс разрешил, чтобы Полидевк один день проводил с братом в подземном царстве, а следующий — в обществе богов на Олимпе. Диоскуры (таково в греческой мифологии общее название Близнецов) во многих областях Греции и Рима считались покровителями гимнастики, воинов и моряков.

Орион, согласно одной из легенд, — это гигант, сын бога морей Посейдона, выдающийся охотник. В пылу охоты Орион будто бы уничтожал всех зверей без разбора. Покровительница охоты Артемида, чтобы предотвратить уничтожение зверей, убила его, подослав к нему скорпиона. Согласно другой легенде, Орион, обесчестивший девушку, был лишен зрения. После этого он отправился в путешествие к владениям бога Солнца Гелиоса, лучи которого возвратили Ориону зрение. Эос, сестра Гелиоса, полюбила Ориона. За это боги разгневались на охотника и Артемида убила его стрелой.

Если вспомнить, что созвездие Орион видно на небе в зимние вечера, то не звучит ли в последней легенде мотив нетерпеливого ожидания лета с его живительными солнечными лучами?

И, наконец, Эриданом древние греки называли легендарную реку, которая должна быть далеко на севере Европы в мифической стране гипербореев. Там, рассказывали они, Солнце заходит только раз в год, земля ежегодно дает по два урожая, а люди долго и мирно живут среди лугов и лесов, умеют летать и находить спрятанные под землей сокровища...



НА ВЕСЕННЕМ НЕБОСКЛОНЕ

СОЗВЕЗДИЯ ВЕСЕННЕГО НЕБА

В ясный весенний вечер созвездия Ориона, Большого и Малого Пса видим уже в юго-западной части неба. Вместо этого на юге и востоке появляются новые узоры созвездий.

Так, в начале апреля в 9 часов вечера центральное место на южном небосклоне (см. вклейку) занимает малозаметное созвездие **Рака**, расположенное в непосредственном соседстве с Близнецами и Малым Псом (слева от них). В этом зодиакальном созвездии (его знак ♋) Солнце находится с 19 июля по 9 августа.

Кстати, изображение этого знака происходит из Древнего Египта. Там рак, как и жук-скарабей, считался священным. Этот последний, как известно, заворачивает свои яйца в маленькие шарики навоза и катит их. Египтяне часто изображали жука-скарабея с двумя шариками, одним — между передними, вторым — между задними лапами. Это должно было символизировать Землю и Солнце.

Слева от созвездия Рака раскинулось одно из самых интересных созвездий неба — зодиакальное созвездие **Льва**. Его знак ♌ словно символизирует хищника, готового напасть на свою жертву. Здесь Солнце находится с 9 августа по 15 сентября. Ярчайшую звезду этого созвездия α ($1,4^m$) называли «Сердце Льва». Ее греческое название «Василискос», то есть «царек», М. Коперник перевел на латинский язык — Регул. Вторая по яркости звезда β Льва ($2,1^m$) называется Денебола (от «занаб аласад» — хвост Льва).

Над созвездием Льва, под Большой Медведицей, находится большое созвездие **Малый Лев**. Слева от Льва — **Волосы Вероники** и ниже зодиакальное созвездие **Девы** (знак ♍), в котором Солнце находится с 15 сентября по 30 октября. Здесь расположена точка осеннего равноденствия, через которую Солнце 23 сентября переходит из северного полушария неба в южное. Звезда α Девы ($1,0^m$) называется Спика («Колос»). Привлекает внимание и название звезды ϵ ($2,8^m$) — Винде-Миатрикс — «сборщик винограда».

Внизу, под всеми упомянутыми созвездиями, начиная от Малого Пса и влево вниз протянулось созвездие **Гидры** с его ярчайшей звездой α ($2,8^m$) — Альфард, то есть «одинокая». Между Гидрой и Львом есть еще малоприметное созвездие **Секстант**. Напомним, что на небе Секстант появился благодаря Яну Гевелию как память об инструменте, которым этот ученый на протяжении 20 лет определял координаты звезд с наибольшей, по тем временам, точностью. Этот прибор был фактически «фрагментом» круга диаметром 1,8 м.

Слева от Секстанта «на спине» Гидры — созвездие **Чаша**, еще дальше — **Ворон**. Звезда α Чаши ($4,0^m$) называется Альякс, β Ворона ($2,6^m$) — Альягараб.

В начале весны невысоко над горизонтом в южной части неба виднеются созвездия **Корма**, **Компас**, **Паруса** и **Насос**.

В ОКРЕСТНОСТИ РАКА И КЕНТАВРА

Ярчайшие звезды в созвездии **Рака** образуют как бы букву Υ , перевернутую вверх. В левом нижнем рожке расположена звезда α Рака ($4,3^m$) — Акубенс. Над звездой β вблизи «границы» с созвездием Близнецов находится звезда ζ — сложная система из пяти звезд. Здесь на расстоянии $1''$ от главной звезды — компонента A ($5,7^m$) — располагается компонент B ($6,0^m$). Период обращения этих звезд вокруг общего центра составляет 60 лет. На угловом расстоянии $6''$ от них находится компонент C (6^m), который имеет спутник D ($7,8^m$). Система C — D обращается вокруг своего центра за 17,6 лет, а вокруг системы A — B — за 1200 лет. И, наконец, компонент B — спектрально-двойная звезда.

«В знаке Рака есть две звезды, называемых Ослятами, а посередине между ними — небольшое облачко, которое называют Яслими», — так писал римский ученый и политический деятель Плиний Старший (погиб во время извержения вулкана Везувия в 79 г. н. э.) об одном из интереснейших объектов неба — рассеянном скоплении звезд $M\ 44$ (Ясли). Интегральная звездная величина скопления равна $3,9^m$, ее угловые размеры — 7° , всего здесь

насчитывается 320 звезд. Расстояние до скопления $M\ 44$ составляет 520 световых лет. «Ослята» — это звезды γ и δ Рака, расположенные «сверху» и «снизу» по отношению к скоплению $M\ 44$.

Здесь же, справа от звезды α , есть еще одно рассеянное скопление — $M\ 67$ (4^m), в котором 100 звезд. Расстояние до него — 2600 световых лет.

В созвездии Льва главная звезда — Регул — имеет светимость $L = 155L_\odot$ и находится от нас на расстоянии 83,5 светового года. Регул — система из четырех компонентов. Здесь кратность установлена на том основании, что все четыре звезды перемещаются среди звезд фона с одной и той же угловой скоростью. Звезда γ Льва, находящаяся над Регулом, — двойная, ее компоненты ($2,6^m$) и ($3,8^m$) обращаются вокруг общего центра с периодом 618,6 лет. Под звездой λ Льва в мощный телескоп видно спиральную галактику NGC 2903 ($9,5^m$).

Заметим, что, совершая свое видимое годовое движение на небе, Солнце проходит вблизи Регула 22 августа.

Что же касается созвездий Малого Льва и Секстанта, как и Чаши, и Ворона, то здесь каких-либо «экзотических» объектов не выявлено.

В созвездии Гидры интересна звезда R Гидры, находящаяся в самом «хвосте», слева от звезды γ . Блеск этой долгопериодической переменной звезды (принадлежащей к типу Миры Кита) с периодом 388 суток изменяется от $3,0^m$ до $11,0^m$. Интересно, что 200 лет назад этот период был почти в полтора раза больше и достигал 500 суток.

В созвездиях, составляющих корабль Арго, есть, конечно, интересные пульсирующие и за-

тменно-двойные звезды. Однако на наших широтах условия для их наблюдений неблагоприятны. Поэтому ограничимся замечанием, что звезда α Кили называется Канопус, ее видимая величина — минус 0,75^m. Это ярчайшая звезда южного полушария неба и вторая после Сириуса вообще. Ее склонение (угловое расстояние от небесного экватора) составляет минус 52,5°. Поэтому Канопус можно увидеть только на широте, меньшей 38°.

Не видно у нас и большей части созвездия Кентавра (Центавра). Каждый знает, что в этом созвездии находится ближайшая к нам звезда (на греческом языке «Проксима»). Ею является альфа Кентавра, иначе ее называют Ригиль. Видимая звездная величина Ригиля — 0,06^m, в списке ярких звезд она стоит на пятом месте. Однако склонение этого объекта составляет минус 60°, поэтому видеть Ригиль можно только на широте, меньшей 30°.

Альфа Кентавра — тройная система. На угловом расстоянии 17,7'' от главного компонента (Ригиль А) имеется спутник, звездная величина которого — 1,5^m. Обе звезды обращаются вокруг общего центра с периодом 80,1 года. На угловом расстоянии 2,2° от этой пары есть третий компонент, собственно и названный Проксимой. Это — звезда 11-й величины, совершающая оборот вокруг упомянутой пары за время около 10 000 лет.

Проксима — холодный красный карлик, светимость которого в 20 000 раз меньше мощности Солнца. В наше время расстояние до этой звезды составляет 4,16 световых лет, теперь он ближе к нам на 360 млрд. километров,

чем главный компонент Ригиль А. Однако через несколько тысяч лет расстояние до Проксимы будет таким же как и до звезды Ригиль А.

ОКНО В БОЛЬШУЮ ВСЕЛЕННУЮ

О созвездиях Волосы Вероники и Дева стоит поговорить отдельно. Именно здесь на относительно небольших участках неба разместились гигантские скопления галактик, как бы открывающая перед нами окно в далекий и таинственный мир... Однако раньше вспомним о некоторых из объектов нашей Галактики, которые есть в этих созвездиях.

Так, почти на полпути от Арктур до Денеболы (несколько ближе к первой звезде) можно увидеть шаровое скопление М53 (7,8^m), расстояние до которого — 47 000 световых лет. Главная звезда в созвездии **Девы** — Спика — является системой из двух звезд, которые за каждые четверо суток совершают оборот вокруг общего центра. Расстояние до нее — 155 световых лет. Звезда γ Девы также двойная. Оба ее компонента имеют одинаковый блеск (3,6^m), угловое расстояние между ними — 3,8'', период обращения 171,4 года.

В созвездии **Волосы Вероники** — четыре галактики, интегральный блеск которых достигает 10^m. Ярчайшая из них — спиральная галактика М 64 (9,3^m). Искать ее нужно, двигаясь от середины расстояния «Арктур — Денебола» вверх, в направлении к Северному полюсу мира. Расстояние до этой звездной системы — 49 млн. световых лет.

Справа и выше от галактики М64 находится спиральная галактика NGC4565. Инте-



Рис. 25. Такой вид имеет спиральная галактика, если на нее смотреть «сбоку», — объект NGC 4565 из созвездия Волосы Вероники

ресна она, в частности, тем, что мы видим ее «с ребра» и убеждаемся, что спиральные галактики имеют вид сплюснутых дисков (рис. 25).

А вот наблюдения, проведенные с помощью мощных телескопов, свидетельствуют, что в созвездии Волосы Вероники находится гигантское скопление галактик, в котором насчитывается около 11 000 членов, ярче звезд 19-й величины.

В созвездии Девы — шесть галактик, блеск которых больше 10^m . Ярчайшая из них ($9,2^m$) — спиральная M104, находящаяся «на границе» с созвездием Ворона, на прямой, соединяющей звезду γ Девы с β Ворона. Расстояние до нее — 67 млн. световых лет.

В целом из 1249 ярчайших галактик неба 203, то есть одна шестая, находится в созвездии Девы, образуя здесь скопление галактик, включающее также тысячи слабых галактик-карликов.

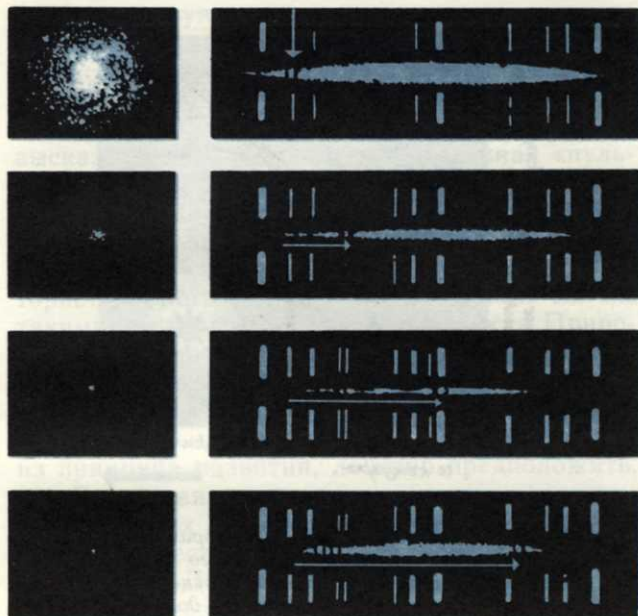


Рис. 26. «Красное смещение» в спектрах галактик

На отдельных участках неба с помощью 6-метрового телескопа можно получить изображения около 60 000 галактик на площади, которую занимает... диск Луны. И все-таки сегодня уже установлено, что в «больших масштабах» (больших 100 млн. световых лет) распределение галактик во Вселенной однородно.

Свыше 70 лет тому назад было обнаружено, что линии в спектрах галактик (тогда эти объекты еще назывались «туманностями») смещены в сторону более длинных волн (рис. 26). Но



Рис. 27. Диаграмма Хаббла, которая дает возможность на основе найденного из наблюдений смещения линий в спектрах галактик находить расстояние до этих объектов

такое же явление наблюдается, если источник света удаляется от наблюдателя. Отсюда следует вывод, что мир галактик расширяется. В 1929 г. Э. Хаббл установил, что скорость удаления галактик тем больше, чем дальше от нас эти галактики находятся. Этот так называемый закон Хаббла (рис. 27) и используется в наше время для определения расстояний до далеких объектов, находящихся за пределами нашей Галактики: вначале измеряются смещения линий в их спектрах, затем вычисляется соответствующая им скорость и, наконец, само расстояние до объекта.

Анализируя явление «красного смещения» в спектрах галактик, астрономы сделали вывод, что вся доступная для наблюдений Вселенная расширяется и что это расширение длится уже около 15 млрд. лет. В связи с этим иногда высказывается гипотеза, что Вселенная «пульсирует», то есть расстояние между двумя ее материальными точками (галактиками) увеличивается до определенного наибольшего значения, после чего снова уменьшается, и так повторяется много раз. Но не «обедняем» ли мы такими предположениями возможности Природы, неисчерпаемости форм существования материи? Наверное, это так. Поэтому значительно более привлекателен вывод философов Л. Б. Баженова и В. П. Лебедева (СССР): «Исходя из принципа развития, логично предположить, что Вселенная с теми состояниями и формами материи и их законами, которые известны сегодня, существует, образно говоря, «только один раз». До этого материя произошла из какого-то неизвестного в наши дни состояния, а после теперешнего состояния перейдет в новое, пока что совершенно неизвестное состояние» (Баженов Л. Б., Лебедев В. П. Второе начало термодинамики и проблема развития вселенной // Философские проблемы астрономии XX века. — М.: Наука, 1976. — С. 449).

Ничего удивительного: о самом существовании галактик ученые узнали всего несколько десятков лет назад. Да и много ли времени прошло с тех пор, когда люди представляли себе, что Земля... держится на трех китах!

Справа и немного выше звезды γ Девы есть ничем, казалось бы, не примечательная звезда 13-й величины. В 1963 г. было установлено, что именно она является источником достаточно мощного радиоизлучения: объектом 3С 273 (под таким номером этот источник зарегистрирован в Третьем Кембриджском каталоге радиисточников). Анализируя спектр этой «звезды», астроном М. Шмидт (США) неожиданно обнаружил, что спектральные линии в нем смещены в сторону более длинных волн на 16%. Пришлось сделать вывод, что это не звезда, а далекий внегалактический объект. Указанному красному смещению соответствует скорость движения объекта 48 000 км/с. Из закона Хаббла, в свою очередь, следовало, что объект 3С 273 находится на расстоянии около 2 млрд. световых лет.

Зная видимую звездную величину объекта (количество энергии, приходящей от него в расчете на единицу поверхности) и расстояние до него, можно было определить и мощность объекта. Оказалось, что он излучает в сотни раз больше энергии, чем вся наша Галактика с ее 150 млрд. звезд.

Такой же мощный источник, известный под номером 3С 279, находится почти посредине между звездами α и γ Девы. В спектре этого светила (17,5^m) линии смещены в «красную сторону» на 53,8 %. Эти объекты (а их известно в наше время уже несколько сотен) получили название *квазаров* (от английского Quasi stellar Radio Source — квазизвездный радиисточник).

Большое удивление вызвало открытие переменности квазаров: значительная часть этих объектов изменяет свою яркость с амплитудой до 3^m, причем во многих случаях это происходит даже на протяжении нескольких суток. В спектрах квазаров найдены линии почти всех химических элементов, которые наблюдаются и в атмосферах «обычных» звезд. А между тем распределение энергии в их непрерывном спектре не такое, как у звезд: оно обусловлено уже упоминавшимся синхротронным механизмом — торможением очень быстрых (релятивистских) электронов в магнитном поле.

На фотопластинке квазар имеет вид обычной звезды. Однако если фотографирование проводится с помощью нескольких светофильтров, то сразу обнаруживается, что квазары, по сравнению с «обычными» звездами, имеют повышенную яркость в ультрафиолете. Именно так и «вылавливают» эти объекты в наши дни. Так были выявлены и *квазаги* — «квазизвездные галактики», которые отличаются от квазаров тем, что не имеют заметного радиоизлучения. В близких окрестностях Вселенной квазагов в 50 раз больше, чем квазаров.

Установлено, что некоторые квазары — источники мощного рентгеновского излучения. Тот же квазар 3С 273 в рентгеновском диапазоне спектра излучает энергию в 50 раз большую, чем в радиодиапазоне, и вдвое большую, чем в видимом свете. Но еще больше энергии — в тысячи раз! — квазары высвечивают в инфракрасных лучах.

Возраст квазаров оценивают несколькими миллионами лет. Получили это число, исходя из таких соображений. На расстоянии 20'' от

точечного центрального источника объекта ЗС 273 обнаружено волокно, которое, очевидно, образовалось в результате грандиозного взрыва, произошедшего здесь в прошлом. Зная линейное расстояние до квазара и угловое между его компонентами, нетрудно найти и линейное расстояние между ними. Разделив это расстояние на скорость света, находят нижнюю границу возраста квазара.

Зная светимость квазаров и их возраст, нетрудно подсчитать, что за свою жизнь они высвечивают $10^{54} - 10^{56}$ джоулей. Это фантастическое число. И все же, как считают ученые, природа квазаров, возможно, «несложная»: квазар (как и квазаг) может быть всего-навсего кратковременной стадией в развитии галактики, а выделение им энергии, очевидно, связано с выпадением вещества на черную дыру. Как уже упоминалось, во время падения на черную дыру вещество, ускоряясь, разогревается и светится. Расчеты показывают, что для обеспечения светимости квазара 10^{39} Вт необходимо, чтобы в черную дыру при скорости $v \approx 1/3 c$ выпадало всего 10^{23} кг/с, то есть около $1 M_{\odot}$ в год.

Существует гипотеза, что в процессе развития галактики в ней в результате «случайных причин» образуется небольшая черная дыра с массой около $100 M_{\odot}$. Потом черная дыра растет, увеличиваясь за счет звезд, проходящих вблизи нее. Приближаясь к черной дыре, звезда разрывается, причем одна часть вещества падает в черную дыру, другая — выбрасывается наружу и наблюдается в виде газовых облаков. Через несколько миллионов лет масса черной дыры достигает величины $3 \cdot 10^8 M_{\odot}$ и ее даль-

нейший рост прекращается, поскольку она уже не в состоянии разрушать звезды.

Правда, стопроцентной уверенности в том, что черные дыры все-таки существуют в природе, ученые пока не имеют. Тем более трудно настаивать на предположении, что ядро каждой галактики или квазара содержит черную дыру. И здесь-то целесообразно вспомнить, что после открытия квазаров в научных публикациях рассматривались самые разнообразные гипотезы относительно природы этих объектов. Например, некоторые ученые утверждали, будто бы квазары образовались в результате гигантского взрыва, произошедшего около пяти миллионов лет назад в нашей Галактике. Как писали тогда американские ученые Дж. и Э. М. Бербиджи, «существует так много противоречивых идей относительно теории и интерпретации наблюдений квазаров, что по крайней мере 95 % из них — ошибочны».

Конечно, то же самое можно сказать, знакомясь с объяснением едва ли не каждого только что открытого явления. Ведь, как отметил Фридрих Энгельс, научная гипотеза — это форма развития естествознания, необходимая предпосылка для открытия законов науки, предшественник научных теорий. И именно на примерах из астрономии (вспомним хотя бы представление о «хрустальной сфере», на которой будто бы прикреплены звезды, — представление, которого придерживался даже великий «законодатель неба» Иоганн Кеплер, или же представление, «будто спиральные туманности» — это всего-навсего зародыши планетных систем) едва ли не проще всего убедиться в том, как в процессе развития науки одни гипотезы отвергаются, другие совершенствуют-

ся, становясь научными теориями, фундаментом для новых гипотез.

Сегодня мы говорим, что мир галактик и квазаров скрывает не одну тайну. Но именно поэтому астрономия и привлекает к себе все новых любителей...

О ЛЮБВИ И КОВАРСТВЕ

Названия созвездий Рака, Льва и Гидры связаны одной легендой о подвигах Геракла. В частности, Лев, который якобы родился от упоминавшихся выше Тифона и Ехидны, был чудовищем удивительной величины с твердой, как сталь, шкурой. Жил он в горах вблизи города Немей и опустошал окрестности. Геракл оглушил Льва ударом палицы, схватил его руками и задушил.

Гидра, согласно легенде, — чудовище с телом змеи и девятью головами — обитала в болоте поблизости города Лерны. Выползая из своего логова, она пожирала людей и животных, опустошая окрестности. Убить гидру было трудно, потому что на месте срубленной головы сразу же вырастала новая. Взмахами своей тяжелой палицы Геракл отсекал одну голову гидры за другой, а раны прижигал факелом. Убив это чудовище, Геракл разрубил его тело и погрузил в ядовитую желчь свои стрелы. С тех пор раны, нанесенные стрелами Геракла, были смертельными.

Во время этого поединка на помощь гидре из болота выполз исполинский рак и уцепился своей клешней за ногу Геракла. Герой убил и рака, а боги, мол, впоследствии, поместили Рака на небо.

А вот легенда, относящаяся к гидре. Аполлон, готовя благовоения своему отцу Зевсу, послал ворона с чашей за водой. По пути птица увидела финиковую пальму и стала дожидаться, пока созреют плоды. Насытившись, ворон понял, что опаздывает. Поэтому он не полетел дальше за водой, а поймал в когти гидру и, возвратившись к Аполлону, сказал, что этот сторож не позволил набрать воду. Всезнающий бог наказал ворона, лишив его белого цвета (с тех пор ворон и стал черным), и поместил его на небо вместе с Чашей на спине у Гидры.

Название созвездия Девы у древних народов связывается с богиней земледелия и плодородия. В Греции ее звали Деметрой, дочерью Крона и Реи, а следовательно, сестрой Зевса. Для древних римлян она Церера, сестра Юпитера. Согласно легенде, Деметра научила людей земледелию, подарив им колос пшеницы. Ярчайшая звезда этого созвездия так и называется — Спика, то есть «колос». Древние греки рассказывали, что у Деметры была дочь Персефона, которую выкрал Аид, бог подземного царства. Разгневанная Деметра оставила Олимп и нищенкой бродила среди людей. В это время земля перестала плодоносить, всюду царил голод, слышался плач и стон, людям нечего было принести в жертву богам. Тогда Зевс согласился, чтобы Персефона две трети года находилась с матерью на Олимпе, а одну треть — в подземном царстве Аида. Великая Деметра возвратила земле плодородие, заколосились нивы, зацвели сады. Но как только Персефона покидает свою мать, Деметра впадает в тоску. Желтеет листва на деревьях, отцветают цветы, пустеют поля, наступает зима...



Рис. 28. Изображение Кентавра в атласе Гевелия

Название созвездия Кентавра (Центавра) легенда связывает с существованием кентавров — лесных демонов, наполовину людей, наполовину лошадей. Мастера кисти изображали кентавров, присовокупляя к туловищу и груди лошади верхнюю часть человеческого тела. Однажды будто бы Геракл с женой Деянирой, воспользовавшись помощью кентавра Несса, переправлялся через реку. И когда кентавр захотел похитить Деяниру, Геракл убил его стрелой (рис. 28), пропитанной ядом Лерней-

ской гидры. Чтобы отомстить Гераклу, умирающий кентавр сказал Деянире, будто его кровь является волшебной и возвращает утраченную любовь. Прошли годы. Совершая свои подвиги, Геракл однажды задержался дольше обычного. Чтобы сберечь любовь Геракла, Деянира выткала плащ и, облив его кровью кентавра, передала своему мужу. Отравленный плащ прилип к телу героя, причинив жесточайшие страдания. Геракл приказал бросить себя в огонь. Тут засверкали молнии Зевса, на золотой колеснице примчалась богиня Афина и взяла Геракла на светлый Олимп...

А вот легенда о происхождении названия созвездия Волосы Вероники. У египетского царя Птолемея Эвергета была жена — красавица Вероника. Когда Птолемей ушел в военный поход, Вероника дала клятву принести в жертву богам свои прекрасные волосы, если боги спасут ее любимого. Птолемей и в самом деле вернулся домой невредимым, его жена выполнила обет, а придворный астроном провозгласил, что боги навечно украсили весеннее небо волосами Вероники, любящей и верной жены.

О корабле Арго мы уже упоминали. Именно на нем смелые герои-аргонавты путешествовали в Колхиду за золотым руном. К слову, согласно легенде, в походе аргонавтов принимал участие и Геракл.



НЕБО СЕРЕБРИСТЫХ ЗАРНИЦ

СОЗВЕЗДИЯ ЛЕТНЕГО НЕБА

И вот, наконец, небесный круг замкнулся. Взглянув вечером (пусть это будет 15 июля в 22 час) на юго-запад, видим созвездие Девы, а ближе к горизонту — Льва (см. вклейку). А с востока высоко вверх уже поднялись созвездия Лиры, Лебеда и Орла... В северной части неба голова **Дракона** заняла наивысшее возможное положение (как говорят, находится в зените наблюдателя). Здесь же, в северо-западной части неба, поднялась вверх ручка Ковша Большой Медведицы. Слева и немного ниже находим невыразительное созвездие **Гончие Псы**, звезда α которого называется Сердцем Карла ($2,8^m$). Это современник Ньютона Эдмонд Галлей (1656—1742), имя которого носит одна из ярчайших комет, назвал ее так в честь английского короля Карла II.

Дальше к югу, как гигантский парашют, раскинулось созвездие **Волопаса**. Внизу, на продолжении направления Полярная звезда — Бетельгейзе найдем ярчайшую звезду северного полушария неба. Это α Волопаса ($-0,05^m$),

которая называется Арктур (от греческого «арктос» — медведь и «урос» — страж).

Высоко над головой, у купола этого «небесного парашюта», видим живописный полукруг серебристых звезд — **Северную Корону**. Ее ярчайшая звезда α ($2,2^m$) — Гемма («жемчужина»), или Альфека (от арабского «ал-факка» — чаша нищих, в современном понимании этого слова — мелкая монета).

Под «головой» Дракона, между Северной Короной и Лирой, двумя цепочками звезд протянулось созвездие **Геркулеса**. Нижняя звезда правой цепочки β ($2,7^m$) называется Корнефорос, слева внизу во второй цепочке находится α Геркулеса ($3,1^m$) — Рас Альгети.

Ниже Геркулеса расположен **Змееносец**, держащий **Змею**. Две звезды Змееносца имеют собственные имена: α ($2,1^m$) — Рас Альхаг (от «ра'с ал-хавва» — голова заклинателя) и β ($2,8^m$) — Цельбальрай (от «калб ар-ра'й» — пес пастуха). «Голова» Змеи находится вблизи Северной Coronы, а ее «хвост» протянулся до самого созвездия Орла. Звезда α Змеи ($2,6^m$) называется Унук Эльхая (от «унк аль-хийя» — шея змеи).

Внизу в юго-западной части неба в это время можно видеть созвездие **Весы**. Его ярчайшая звезда α ($2,8^m$), которая называется Зубен эль Генуби, образует со Спикой и Арктуром равносторонний треугольник. Звезда β Весов ($2,6^m$) называется Зубенеш. Созвездие Весы — зодиакальное, его знак ♎ известен каждому, ведь им обозначается точка осеннего равноденствия, которая в наше время находится уже в созвездии Девы. Солнце проходит через это созвездие с 30 октября по 23 ноября.

Группа звезд, находящихся на самом горизонте под Весами, принадлежит созвездию **Волка**. Слева под Змееносцем расположилось живописное созвездие **Скорпиона**, в котором звезда α ($0,9^m$) называется Антарес, что в переводе с греческого обозначает «супротив Ареса», то есть «соперник Марса» (за ее красный цвет). Выгнутая цепочка звезд вблизи Весов изображает клешни скорпиона, причем звезда δ ($2,3^m$) из «клешней» называется Джубба, а звезда β ($2,6^m$), находящаяся над ней, — Акраб («скорпион»). Туловище и хвост Скорпиона протянулись влево, здесь в хвосте находим вторую по яркости звезду λ ($1,6^m$) — Шаула («жало»). Звезды, находящиеся на «кончике хвоста» скорпиона, имели еще и другое название — «Кошачьи глаза».

Скорпион — зодиакальное созвездие (его знак ♏), здесь (вместе с созвездием Змееносца, которое не входит в список «официальных» двенадцати зодиакальных созвездий) Солнце находится с 23 ноября по 18 декабря.

От Скорпиона до Козерога протянулось последнее, двенадцатое зодиакальное созвездие **Стрельца** (его знак ♐). Здесь выделяется больше десяти ярких звезд. Четыре из них образуют небольшой «ковш для молока» (потому что... эта группа звезд расположена вблизи Млечного Пути). В этом созвездии ярчайшая звезда обозначена буквой ϵ , ее видимая звездная величина — $1,9^m$, собственное имя — Каус Аустралис, звезда σ ($2,0^m$) называется Нунки, λ ($2,8^m$) — Каус Бореалис, относительно слабая звезда α ($4,0^m$) — Альрами (от «аррами» — стрелец). Группу звезд γ , δ , ϵ и η Стрельца арабские астрономы называли «страусами, пе-

реходящими реку», тогда как звезды ζ , σ , τ и ϕ — «страусами, выходящими из реки». А рекой тут назван Млечный Путь.

И, наконец, между созвездиями Стрельца и «хвостом» Змеи находится **Щит**. Это чуть ли не единственное созвездие, название которого связано с историческим лицом, т. к. речь идет о щите польского короля Яна Собесского. Так назвал это созвездие уже упоминавшийся астроном Ян Гевелий.

ЖЕМЧУЖИНЫ КОРОНЫ И... ЗМЕИ

Это «путешествие» начнем с созвездия **Гончих Псов**. Здесь звезда α — кратная система: на расстоянии около $20''$ можно увидеть ее слабый компонент ($5,6^m$). Главный компонент этой системы — магнитно-переменная звезда. На протяжении 5,47 суток ее блеск изменяется на $0,1^m$, а напряженность магнитного поля на одном или другом полюсе — от $+320$ до -320 кА/м. Таких магнитно-переменных звезд известно уже около 30. Причины их переменности до сих пор не выяснены.

Почти на полпути между «Сердцем Карла» и Арктуром находится одно из ярчайших шаровых скоплений М3 ($6,5^m$), расстояние до которого — 30 000 световых лет.

В этом созвездии есть также шесть галактик со звездной величиной, меньшей 10^m . Самая известная из них — спиральная галактика М 51 ($8,9^m$) (рис. 29), угловые размеры которой — $14' \times 10'$. Расстояние до этой звездной системы — 34 млн. световых лет. Заслуживает внимания то обстоятельство, что вблизи этой спиральной галактики есть еще и спутник — не-



Рис. 29. Спиральная галактика М 51 из созвездия Гонимых
Псов

большая эллиптическая галактика. Обе они удаляются от нас со скоростью 546 км/с.

Звезда Арктур — это гигант ярко-желтого цвета. Температура на его поверхности составляет 5000 К, за каждую секунду Арктур излучает в 107 раз больше энергии, чем Солнце, расстояние до этой звезды — 36 световых лет. Арктур достаточно заметно смещается на фоне других звезд в направлении созвездия Девы.

Угловое расстояние, равное диаметру Луны (а это около $0,5^\circ$), он проходит за 800 лет.

Вторая по яркости звезда ϵ Волопаса — тройная система. Здесь компонент В находится на угловом расстоянии $3,6''$ от главной звезды, имеет величину $5,1^m$ и является спектрально-двойной звездой.

Ярчайшая звезда **Северной Короны** Гема — затменно-двойная. В течение 17,4 суток ее блеск изменяется на $0,1^m$. Кроме того, исследования спектра указывают на изменения положения линий с периодом 2,8 суток. Таким образом, здесь также имеем тройную систему.

В мае 1866 г. в созвездии Северной Короны слева от звезды δ и ниже ϵ ученые заметили новую звезду 2-й величины. На протяжении восьми ночей ее было видно невооруженным глазом, а уже в июне ее блеск уменьшился до 9^m . В 1934 г. два московских астронома Б. В. Кукаркин (1909—1977) и П. П. Паренаго (1906—1960) пришли к заключению, что звезда Т Северной Короны (так называется этот объект) является повторной новой и что ее вспышки повторяются через 80 лет.

И действительно, блеск звезды снова резко возрос в феврале 1946 г., причем первым это отметил любитель астрономии железнодорожник А. С. Каменчук. В наши дни упомянутая звезда находится в минимуме своего блеска $10,8^m$. По всем данным, это система из двух звезд — красного гиганта и белого карлика. Вспыхивает как раз последний.

В самом кольце «короны», почти на трети расстояния между звездами ϵ и γ , есть очень интересная переменная звезда R Северной Короны. В «нормальном» состоянии ее блеск

равен $5,8^m$, однако время от времени он уменьшается (без определенной закономерности) до $14,8^m$. Это означает, что в минимуме звезда излучает в 4000 раз меньше энергии, чем в максимуме! Через несколько месяцев (иногда лет) блеск R Северной Короны достигает своего исходного уровня.

Спектральный анализ показал, что углерода в атмосфере этой звезды (как и других 30 звезд этого типа) в 30—40 раз больше, чем в атмосфере Солнца. Как считают, звезда R Северной Короны время от времени «сбрасывает» с себя часть атмосферы, после чего атомы углерода, имеющиеся в таком газовом облаке, объединяются в графитовые гранулы — пылинки. Пылевая оболочка и закрывает от нас саму звезду, поэтому ее блеск в этот момент, значительно уменьшается. Но как только оболочка рассеивается, блеск звезды достигает своего «нормального» значения.

В созвездии Змееносца слева от звезды β (Цельбалрай) в наше время находится «летающая звезда Барнарда», которая очень быстро перемещается среди звезд: на $10,27''$ в год, то есть менее, чем за 200 лет — на величину диаметра Луны. Ее открыл в 1916 г. американский астроном Эдуард Эмерсон Барнард (1857—1923). Видимая величина звезды $9,7^m$, расстояние до нее 5,9 световых лет. До сих пор продолжается дискуссия: есть ли вблизи этой звезды планетная система, а если есть, то сколько планет в нее входит. Определяя отклонения в движении звезды относительно других звезд, астрономы в 1963 г. начали говорить об одной планете, с 1969 г. — о двух, а с 1973 г. — о трех. Первая будто бы находится от «своего» солнца

на расстоянии, равном 1,8, вторая — 2,8, третья — 4,5 расстояний Земли от Солнца. Массы этих планет вроде бы составляют 1,25, 0,63 и 0,69 массы Юпитера. Однако отмеченные изменения положений (отклонения от «прямолинейного» движения) звезды Барнарда незначительны, а их измерения находятся на уровне ошибок...

В созвездии Змееносца есть несколько ярких двойных звезд, несколько пульсаров, а также ряд шаровых скоплений: M9, M10, M12, M19 и M62. За исключением первого, которое несколько слабее, интегральная величина всех других близка к $6,8^m$. Скопление M12 необходимо искать на трети расстояния от звезды δ до β , M10 — несколько левее и ниже. Скопления M19 и M 62 разместились на границе с созвездием Скорпиона.

Над звездой α Змеи находится пульсар, период которого — 0,748 с. Еще один пульсар расположен почти посередине между звездами δ и ϵ , третий — вблизи звезды η в Хвосте Змеи. Чувствуется, что это созвездие раскинулось уже близко по отношению к Млечному Пути, ведь чем ближе к нему, тем этих объектов больше. Справа и немного ниже звезды α Змеи, почти на границе с созвездием Девы, разместилось живописное шаровое скопление M5 ($6,0^m$), расстояние до которого — 21 000 световых лет. Хвост Змеи заканчивается двойной звездой θ ($4,1^m$), компоненты которой находятся на угловом расстоянии $22''$ друг от друга.

В самом «углу» этой части созвездия Змеи, на границе с Щитом и Стрельцом, разместилась туманность M16, угловые размеры которой — $35' \times 28'$. Знаменита эта туманность своими

длинными темными «коридорами», или как их обычно называют, «слоновьи хоботы» и отдельными темными «пустотами» — глобулами. Можно думать, что здесь недавно была «просто» гигантская туманность, в которой образовались отдельные молодые горячие звезды. Впоследствии их излучение разогрело окружающую туманность, газ которой начал, расширяясь сжимать более плотные и холодные массы вещества. Так и образовались «слоновьи хоботы», которые, в свою очередь, распадаются на отдельные сгустки — глобулы. Если это так, то здесь буквально на наших глазах продолжается процесс звездообразования. Расстояние до этой туманности — 4600 световых лет.

В созвездии Щита привлекает внимание относительно яркое рассеянное скопление звезд M11 ($6,3^m$), которое можно видеть несколько левее и ниже звезды β . В этом скоплении насчитывается 200 звезд, расстояние до него — около 5200 световых лет. Вблизи звезды γ есть еще одно, значительно более слабое рассеянное скопление NGC 6645 ($8,5^m$), состоящее из 75 звезд. Звезда α Весов — двойная, ее спутник находится на угловом расстоянии около $4'$ и имеет блеск $5,3^m$.

Двойными являются почти все яркие звезды из созвездия Волка. Но поскольку это созвездие находится невысоко над горизонтом, описывать его объекты здесь не стоит.

ВБЛИЗИ ЦЕНТРА ГАЛАКТИКИ

Созвездия Скорпиона и Стрельца расположены в самой гуще Млечного Пути. Здесь находится и центр нашей Галактики.

Ярчайшая звезда в **Скорпионе** — Антарес — красный гигант, ежесекундно излучающий энергию в 980 раз большую, чем Солнце. Расстояние до Антареса — 170 световых лет, это — двойная система. Компонент Антарес В находится на угловом расстоянии $3,4''$ от главной звезды и имеет блеск $6,8^m$. К тому же главный компонент Антарес А — полуправильная переменная звезда, изменяющая свой блеск на $0,9^m$ в течение 1733 суток.

Вторая по яркости звезда — λ Скорпиона — спектрально-двойная с периодом 5,6 суток. Звезда β Скорпиона (Акраб) — система из четырех звезд. Компонент Акраб А — это спектрально-двойная звезда. На угловом расстоянии от него в $1''$ находится компонент Акраб В (10^m), а на расстоянии $14''$ — компонент Акраб С ($5,1^m$).

Здесь уместно вспомнить, что звездные величины как условные характеристики блеска звезд ввел древнегреческий астроном Гиппарх после того, как в 134 г. до н. э. отметил появление новой звезды в созвездии Скорпиона.

Несколько выше звезды β находится открытый в числе первых и самый мощный источник рентгеновского излучения Скорпион X-1. Для него характерны вспышки продолжительностью до нескольких десятков минут, при которых поток рентгеновского излучения возрастает в несколько раз. Из анализа следует, что такое излучение могло бы возникать при охлаждении газа, разогретого до $5 \cdot 10^7$ К. Как выяснилось, в видимом свете этот источник имеет вид звезды 12^m , причем ее блеск очень нерегулярно изменяется. Однако рентгеновская светимость источника по крайней мере в 1000

раз большая, чем в видимом свете. Можно предполагать, что это мощное рентгеновское излучение возникает при выпадении на поверхность нейтронной звезды газа, перетекающего в направлении к ней от «нормальной» звезды, входящей в эту двойную систему (если действительно этот объект состоит из двух звезд, поскольку до сих пор он остается большой загадкой для астрономов).

В созвездии Скорпиона много звездных скоплений. В частности, здесь у пяти рассеянных и четырех шаровых скоплений блеск превышает 7-ю видимую величину. Так, рассеянное скопление М 7 ($3,2^m$) необходимо искать слева и несколько выше звезды λ . В нем насчитывается приблизительно 80 звезд, находящихся на расстоянии 815 световых лет от Земли. Рассеянное скопление М 6 ($4,6^m$) — здесь же, справа и выше от М 7. Оно имеет такое же количество звезд, но расстояние до него в 1,6 раза больше, чем до скопления М 7.

Из шаровых скоплений детальнее поговорим об объектах М 4 и М 80. Первое из них ($6,0^m$) находится справа от Антареса (ниже звезды σ). Расстояние до этой системы звезд составляет 19 500 световых лет. Шаровое скопление М 80 ($7,3^m$) находится на полпути от Антареса до звезды β , расстояние до него — 32 600 световых лет.

В созвездии Стрельца из 20 ярчайших звезд 12 являются кратными системами, преимущественно спектрально-двойными. Здесь же — несколько пульсаров. Один из них расположен немного выше звезды σ и ритмично подает сигналы с периодом 0,612 с.

Созвездие Стрельца богато туманностями,

рассеянными и шаровыми скоплениями. Так, вблизи границы со Щитом и Змеей находится туманность М 17 (ее называют Омега), угловые размеры которой достигают $46' \times 37'$, а интегральная видимая величина — около 9^m . Расстояние до этой туманности — 3260 световых лет. На трети расстояния от звезды λ Стрельца до η Змееносца есть туманность М 20 или «Трехдольная» (7^m). Само ее название говорит о том, что здесь светлая туманность разделена двумя темными «коридорами» на три части. Рядом (немного ниже) — еще одна светлая туманность М 8, или Лагуна ($6,8^m$). Расстояние до обоих этих гигантских газо-пылевых облаков — 2300 световых лет.

Вблизи последних двух туманностей в телескоп можно увидеть пять рассеянных скоплений, интегральный блеск каждого из них — меньше 6^m . В созвездии Стрельца находится семь шаровых скоплений, блеск которых — больше $8,5^m$, а для ярчайшего — М 22 — он равен $5,1^m$. Шаровое скопление М 22 необходимо искать слева и немного выше звезды λ . В нем насчитывается около 10 млн. звезд. Справа от этой звезды находится шаровое скопление М 28 (7^m). Расстояние до первого из них — 9 150 световых лет, до второго — вдвое больше.

Интересно, что из 129 известных шаровых скоплений звезд треть сконцентрирована в созвездии Стрельца на площади всего 800 квадратных градусов, что составляет только 2 % от всей площади небесной сферы. Это обстоятельство заинтересовало в 1918 г. американского астронома Харлоу Шепли (1885—1972). В некоторых из этих скоплений ему удалось выявить цефеиды, оценить их блеск, период пульсаций и в

конечном итоге — определить расстояние до этих, а затем и до других подобных объектов. В результате Шепли пришел к заключению, что шаровые скопления гигантским «роем» группируются вокруг некоторого центра, который логично было бы назвать центром Галактики. Из результатов исследований вытекало также, что наше Солнце находится не в центре Галактики (как тогда считали), а на ее окраине.

Спустя некоторое время было установлено более точное расстояние Солнца до центра Галактики: 34 000 световых лет.

Какое это было бы живописное зрелище, если бы ядро Галактики не закрывали темные непрозрачные туманности! И все-таки астрономы изучают его, потому что, во-первых, ядро Галактики — мощный источник радиоизлучения (источник Стрелец А), во-вторых, его можно фотографировать в инфракрасных лучах, которые почти свободно проходят через пылевые туманности. Поэтому положение центра нашей Галактики сегодня знаем с высокой точностью: он расположен в созвездии Стрельца на трети расстояния от его звезды γ до звезды θ Змееносца.

По мнению И. С. Шкловского, в центре Галактики есть черная дыра, масса которой $30\,000\,M_{\odot}$, а размеры — $1/10\,R_{\odot}$. Межзвездный газ, двигаясь по направлению к черной дыре, разогревается и излучает энергию, главным образом, в радиодиапазоне. Кроме того, наблюдения показывают, что в направлении от ядра Галактики со скоростями около 100 км/с вылетают сгустки вещества общей массой около $1\,M_{\odot}$ в год. В целом же природу ядра Галактики пока что вряд ли можно считать выясненной.

Мы завершаем свое путешествие в созвездии **Геркулеса** (рис. 30). И, как обычно, знакомство с ним начнем с самых характерных звезд.

Прежде всего, звезда β Геркулеса (Корнефорос) — спектрально-двойная, два ее компонента вращаются вокруг общего центра с периодом 410,6 суток. Вторая по яркости — ζ , находящаяся в той же цепочке звезд, также кратная система. Спутник звезды ζ (его величина 6,5^m) совершает оборот с периодом 34,4 года на угловом расстоянии 1,4'' от главного компонента.

Интересной кратной системой является звезда α Геркулеса (Рас Альгети). На расстоянии 4,5'' от главного компонента можно заметить спутник (5,4^m), вращающийся вокруг него с периодом 111 лет. Компонент А этой системы — полуправильная переменная звезда с амплитудой 1,0^m. И, наконец, компонент В — это спектрально-двойная звезда с периодом 51,6 суток.

На полпути от α Лиры до β Дракона находится переменная звезда DQ Геркулеса (15^m), вспыхнувшая как новая в декабре 1934 г. Тогда ее блеск достигал 1,3^m; это означает, что мощность звезды возросла в 300 000 раз. В изучении новых звезд DQ Геркулеса сыграла очень важную роль. Ведь именно она в 1954 г. «помогла» установить тот факт, что новые звезды — двойные системы. Сама DQ Геркулеса — затменно-двойная система с очень коротким периодом — всего 4 часа 49 мин. Кроме этого, тот ее компонент, который вспыхнул как новая, изменяет свой блеск с периодом 7,1 с и амплитудой 0,05^m.

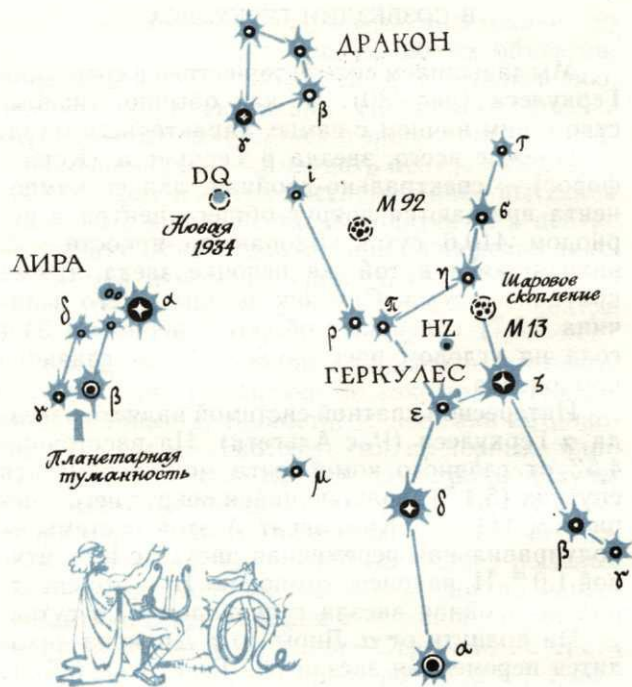


Рис. 30. Положение самых интересных объектов в созвездии Геркулеса

Что и говорить, такое явление, как вспышка новой звезды, не может не вызвать восхищения. Как выяснилось, масса компонента, вспыхнувшего как новая звезда (очевидно, это белый карлик) составляет всего $0,12 M_{\odot}$, а его спутника (красный карлик) — $0,2 M_{\odot}$. Но во время вспышки в течение всего нескольких не-

дель выделилась энергия, которую Солнце излучает за десятки тысяч лет!

Почти посредине между звездами π и ζ находится источник рентгеновского излучения Геркулес X-1, точнее — рентгеновский пульсар. Импульсы рентгеновского излучения приходят от него через каждые 1,24 с. Было установлено, однако, что интервалы между импульсами не являются строго постоянными, а колеблются с ритмом 1,7 суток. При этом на шесть часов рентгеновский источник «отключается» полностью. Это и дало возможность установить, что объект Геркулес X-1 — двойная система, и отождествить его с переменной звездой HZ Геркулеса (15^m), изменяющей свой блеск с тем же самым периодом. В рентгеновском диапазоне эта звезда излучает энергию в сто раз большую, чем в видимом свете.

Система HZ Геркулеса состоит из «обычной» звезды и рентгеновского пульсара. Как выяснилось, масса первой равна $2 M_{\odot}$, второй — $1 M_{\odot}$. Блеск в видимом свете изменяется потому, что рентгеновское излучение пульсара прогревает поверхность «нормальной» звезды. При этом на той ее части, которая освещена рентгеновскими лучами, температура вдвое выше, чем на неосвещенной стороне, и достигает 12 000 градусов. В процессе вращения системы звезда поворачивается к нам то своей более горячей, то более холодной стороной. Это приводит к изменению блеска в видимом свете.

Было установлено, что из каждых 35 суток рентгеновское излучение от этого источника наблюдается лишь в течение 12 суток. Причина такого поведения пульсара до сих пор не выяснена. Не известно также, почему величина его

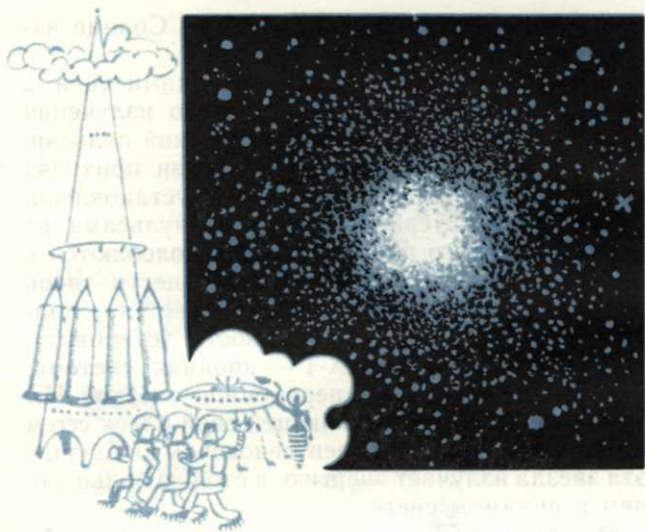


Рис. 31. Типичное шаровое скопление звезд

периода на протяжении девяти месяцев колеблется около указанного среднего значения. Все, в конечном счете, происходит так, как будто вокруг этой двойной системы на расстоянии приблизительно 150 млн. километров вращается планета типа Юпитера. Добавим только, что расстояние до звезды HZ Геркулеса составляет около 15 000 световых лет.

В созвездии Геркулеса есть два шаровых скопления (рис. 31) — M13 ($5,9^m$) и M92 ($6,5^m$). Первое из них находится на трети расстояния от звезды η до ζ , второе — на полпути от звезды ι до η . Напомним, что везде речь шла об угловых расстояниях между звездами. Расстоя-

ние до скопления M13 составляет 24 000 световых лет; в нем насчитывается около 30 000 звезд.

Можно рассуждать так: среди этого огромного количества звезд, наверное, есть и немало таких, которые имеют планетные системы. По крайней мере, на некоторых из этих планет, возможно, существует разумная жизнь. Так почему же нам, землянам, не попытаться самим завязать контакт с жителями этих далеких миров?

Как раз исходя из таких соображений, астрономы (точнее, радиоастрономы) с ноября 1974 г. с помощью гигантского 300-метрового радиотелескопа, установленного в кратере потухшего вулкана на острове Пуэрто-Рико, находящемся в Карибском море, время от времени и передают в направлении на шаровое скопление M13 своеобразное «космическое послание». Оно состоит из 1679 кратковременных импульсов и пауз между ними.

Записывая такое послание, импульс обычно обозначают единицей, а на рисунке — черным квадратиком (рис. 32), паузу — нулем (светлым квадратиком). Способное к математическому мышлению существо должно догадаться, что число 1679 — это произведение двух простых чисел: 23 и 73. Разместив такое послание в 73 строки по 23 элемента в каждой, получаем, казалось бы, нехитрый рисунок. Но в нем заложена большая информация о том, из каких основных «кирпичиков» — химических элементов и органических соединений состоят живые организмы на Земле, есть здесь изображение человека и целой Солнечной системы и т. д.

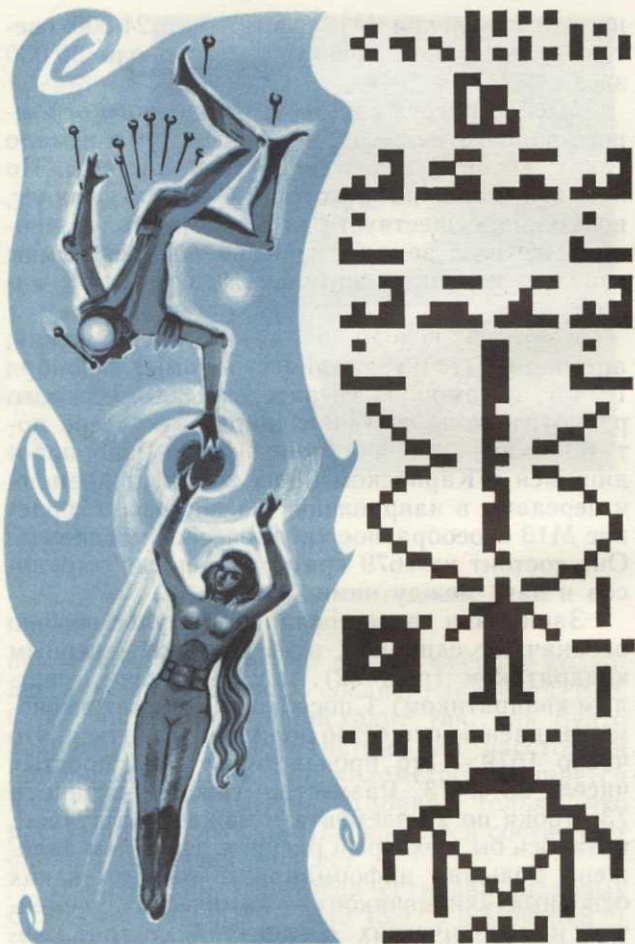


Рис. 32. «Космическое послание», которое время от времени посылается в направлении шарового скопления М 13, находящегося в созвездии Геркулеса

И если такое послание будет принято и расшифровано какой-либо цивилизацией, населяющей одну из планет вблизи звезды из скопления М13, то ответ на него следует ожидать где-то через 48 000 лет...

ПОХВАЛА МУЖЕСТВУ И МУДРОСТИ

Как уже отмечалось, древние греки «устанавливали» свое происхождение от богов, точнее — от героев, детей, рожденных от брака богов со смертными. Наиболее популярными среди героев были Геракл, Персей и Тесей.

Согласно легенде, Геракл был сыном Алкмены, дочери царя Микен Электриона. Перед его рождением Зевс, собрав богов на Олимпе, сказал: «Сегодня родится великий герой; он будет господствовать над всеми своими сородичами, ведущими свой род от сына моего, великого Персея». И Зевс поклялся в этом.

Чтобы унизить сына Алкмены, ревнивая жена Зевса Гера ускорила рождение другого ребенка из рода Персея — болезненного Еврисфея. Это привело к острому спору на Олимпе, после чего Зевс заключил с Герой договор, что его сын Геракл не всю жизнь будет под властью слабого Еврисфея, а только совершит по его приказанию двенадцать подвигов и станет бессмертным.

Итак, возмужав, Геракл овладел искусством борьбы и стрельбы из лука. Из твердого, как железо, ясеня он сделал себе огромную палицу, с которой никогда не расставался. Совершая свой первый подвиг, Геракл задушил уже упоминавшегося Немейского льва, затем умертвил Лернейскую гидру. После этого он перебил

стимфалийских птиц, которые будто бы имели медные когти и клювы, а перья — из твердой бронзы. По приказу Еврисфея Геракл также поймал Керинейскую лань — необычайно красивое животное с золотыми рогами и медными ногами, потом он охотился на исполинского дикого кабана, обитавшего на горе Эримант и опустошавшего окрестности, убивая людей своими огромными клыками.

Совершая шестой подвиг, Геракл за один день очистил от навоза конюшни Авгия, царя Элиды, в которых стояло несколько тысяч лошадей и которые не вычищались в течение тридцати лет. Геракл перегородил плотиной реку и отвел ее воды через двор. По условию, Авгий за это должен был отдать Гераклу десятую часть всего стада, однако своего обещания не выполнил. Поэтому через несколько лет, освободившись от службы у Еврисфея, Геракл пошел войной на Авгия, а после победы над ним учредил Олимпийские игры.

Затем Геракл поймал Критского быка (седьмой подвиг), завладел лошадьми фракийского царя Диомеда, которые питались человеческим мясом, совершил поход в страну амазонок. После этого Еврисфей поручил Гераклу отправиться на край земли, где на западе спускается с неба бог солнца Гелиос, и пригнать оттуда коров великана Гернона. Этот пастух будто бы имел три туловища, три головы, шесть рук и шесть ног. Геракл убил этого великана своими отравленными стрелами и забрал коров. И там, на краю земли, по обе стороны Гибралтарского пролива на память о своем десятом подвиге он поставил два гигантских каменных

столба, которые и до сих пор называются столбами Геракла (Геркулесовыми столбами).

Совершая свой одиннадцатый подвиг, Геракл темной пропастью спустился в мрачное подземное царство Аида, чтобы поймать и привести к Еврисфею адского пса Кербера. Ядовитая пена капала из трех пастьер перепуганного пса, когда его усмирил и вел Геракл, и там, где упала хоть одна капля, выросло ядовитое зелье...

Самым трудным для Геракла был двенадцатый подвиг, когда он поддерживал небосвод, пока Атлант в садах Гесперид срывал ему золотые яблоки. О том, как закончилась жизнь Геракла, ранее уже говорилось.

Самым знаменитым героем Афин был Тесей, сын Посейдона и Эфры, ставшей женой царя Эгея. Как и Геракл, Тесей совершил ряд выдающихся подвигов. Как-то, путешествуя, он пришел к разбойнику Прокрусту. Этот великан издевался над каждым, кто попадал к нему, заставляя лечь на ложе. Если гость был маленького роста, Прокруст вытягивал ему ноги, пока они не достигали края ложа. Если же оно было короче, то обрубал несчастной жертве ноги. Тесей повалил великана на его ложе, которое для самого Прокруста оказалось коротким, и отрубил ему ноги точно так же, как этот разбойник делал другим.

В то время Афины были зависимы от могущественного царя Миноса. Каждые девять лет афиняне посылали на Крит семь юношей и семь девушек. Там их закрывали в огромном дворце — Лабиринте, где их пожидало ужасное чудовище Минотавр, имевшее туловище человека и голову быка. Тесей решил убить Минотавра и отправился вместе с очередными жерт-

вами на Крит. Ариадна, дочь Миноса, тайно от отца дала Тесею острый меч и клубок ниток. Тесей привязал конец нити у входа в Лабиринт и пошел по его запутанным переходам, постепенно разматывая клубок, чтобы затем по нити найти дорогу назад. Убив Минотавра, Тесей вместе с Ариадной и освобожденными афинскими юношами и девушками отправился обратно в Афины.

Но когда Тесей отдыхал на одном из островов, во сне ему явился бог Дионис и сказал, что Ариадну боги предназначили женой ему, Дионису. Поэтому Тесей тайно оставил ее на острове. Ариадна стала женой Диониса, получила от богов свадебный подарок — корону, которую затем они же поместили на небо.

Возвращаясь домой, Тесей, опечаленный утратой Ариадны, забыл обещание — сменить черные паруса на белые, если он вернется с победой. Увидев черные паруса, Эгей бросился в море, которое с тех пор называется Эгейским...

Названия созвездий Змееносца и Змея связывают с легендой о сыне Аполлона Асклепии (по-латински — Эскулапе), боге медицины, который прославился как прекрасный врач, воскрешающий мертвых. Зевс разгневался за такое нарушение установленного богами порядка и убил Асклепия молнией. Дочь Асклепия Гигию древние греки изображали в виде молодой женщины со змеей, которую она кормит из чаши. От имени Гигия происходит известное слово гигиена.

Здесь уместно вспомнить, что древние люди верили, будто бы змея, сбрасывая с себя шкуру, живет вечно. Были сложены легенды о том, что змея благодаря своим хитростям сумела

присвоить бессмертие, которое боги вначале предназначали людям. В частности, роль искушителя змея играет и в Библии. Некоторые исследователи считают, что в первоначальном варианте библейского повествования змея была послана богом к первобытным людям с радостной вестью о том, что им даруется бессмертие. Она должна была сказать: «Не ешьте плодов с дерева смерти, иначе умрете, а ешьте с дерева жизни, и будете жить вечно». Однако коварная змея подговорила людей съесть плод с дерева смерти, а сама съела с дерева жизни и стала бессмертной.

Весы — это атрибут, с которым в древности изображалась Фемида, богиня правосудия и порядка. Согласно легенде, она вместе со своей дочерью Дике наблюдает за жизнью людей и о каждой несправедливости сообщает Зевсу.

Скорпион олицетворяет собой животное, которое богиня охоты Артемиды послала, чтобы умертвить Ориона. До сих пор Скорпион (рис. 33) преследует на небе Ориона, но никак не настигнет его: как только он восходит на небо, Орион скрывается за горизонтом...

И, наконец, Стрелец — это кентавр Хирон, единственный из кентавров, который был справедливым, мудрым и доброжелательным к людям. Он был хорошим охотником и в молодости часто сопровождал Артемиду на охоте. Хирон открыл тайны музыки и оздоравливал ею больных. Чтобы получить совет мудреца, к его жилищу около подножия горы Пелион приходили не только люди, но и герои, и боги. Хирон был большим другом Геракла. Во время охоты на Эрмантийского кабана Геракл случайно

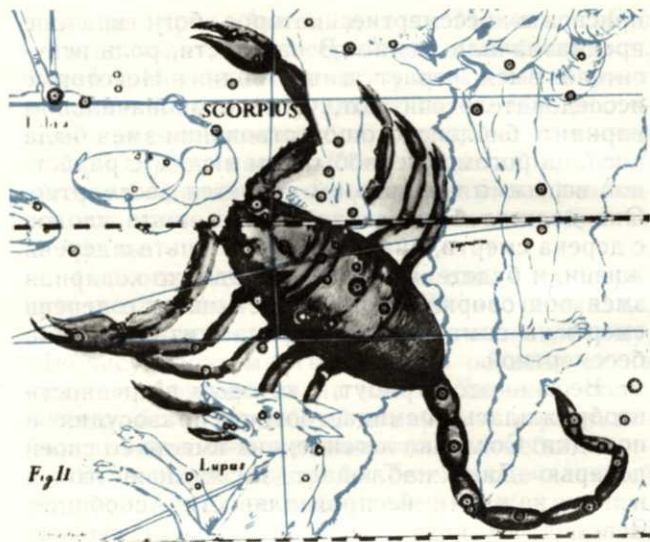


Рис. 33. Изображение Скорпиона в атласе Гевелия

ранил Хирона отравленной стрелой. Претерпевая жесточайшие муки, Хирон пожелал смерти и передал свое бессмертие Прометею...

Вот и закончился наш рассказ о самых интересных объектах звездного неба. Как мы уже видели, на многие вопросы, волновавшие людей в прошлом, астрономия уже дала исчерпывающие ответы. Но каждое открытие порождает целую вереницу новых вопросов...

На протяжении последних лет благодаря космическим полетам и развитию космонавтики

астрономия обогатилась рядом выдающихся открытий.

Заглядывая еще дальше вперед, мы можем смело утверждать, что следующее, XXI столетие будет столетием глубокого проникновения человека в тайны мироздания.

И, кто знает, возможно, именно вам, юные друзья, удастся внести определенный вклад в науку о звездах, возможно, кое-кому из вас проляжет дорога в эти бескрайние просторы, к Луне, другим планетам. А все начинается с первого шага. В данном же случае — с изучения общего вида звездного неба, созвездий, отдельных самых привлекательных объектов небосклона.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОСТЕЙШИХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

В основном цель перечисленных ниже астрономических наблюдений — расширение и укрепление знаний читателя об окружающем его «астрономическом мире». Однако некоторые из них — наблюдения планет, метеоров и переменных звезд, если их проводить тщательно и систематически, могут иметь и научную ценность. Об этом мы в каждом конкретном случае упоминаем особо.

1. Наблюдения Солнца

Как известно, видимое годовое движение Солнца на небе происходит по эклиптике, плоскость которой наклонена к плоскости небесного экватора под углом $\varepsilon = 23,5^\circ$. Поэтому уместно прежде всего обратить внимание на то, что высота Солнца в меридиане (в верхней кульминации) на протяжении года колеблется в пределах от $h_{\text{вк}} = (90^\circ - \varphi) + 23,5^\circ$ до $h_{\text{вк}} = (90^\circ - \varphi) - 23,5^\circ$ (рис. 34), где φ — географическая широта наблюдателя. При $\varphi = 50^\circ$ высота Солнца в верхней кульминации 22 июня равна $63,5^\circ$, тогда как 22 декабря — всего $16,5^\circ$.

Одним из сопутствующих явлений будет изменение на протяжении года азимута точки

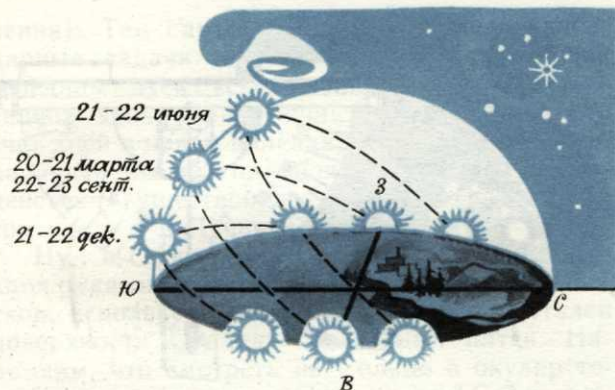


Рис. 34. Видимое движение Солнца на небе в дни солнцестояний и равноденствий

захода (и восхода) Солнца. Так, на широте $\varphi = 50^\circ$ азимут захода Солнца в конце декабря равен 54° , тогда как в конце июня — 129° : на протяжении года точка захода (и восхода) Солнца передвигается вдоль горизонта «вправо» и «влево» на угол 75° . При $\varphi = 55^\circ$ этот угол составляет 87° .

Для выполнения простейших астрономических наблюдений, связанных с годовым движением Солнца среди звезд, устанавливаем на площадке вертикальный столб — гномон. Определяя направление кратчайшей в течение дня тени, устанавливаем направление «юг-север» или полуденной линии и тем самым — плоскости небесного меридиана. Затем с помощью изготовленного нами же высотомера (рис. 35) измеряем высоту Солнца над горизонтом в меридиане. Если такие наблюдения проведены в

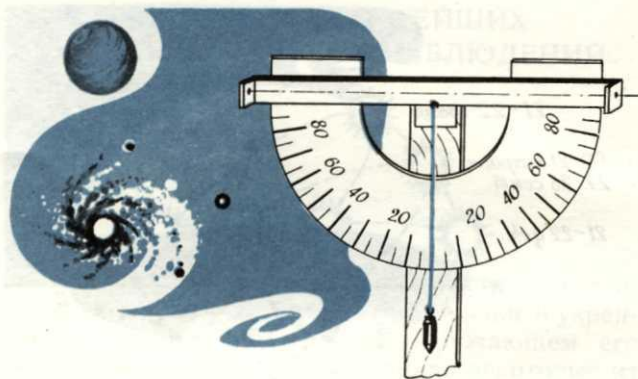


Рис. 35. Простейший высотомер

июне и декабре, то, разделив разность найденных высот пополам, находим угол наклона плоскости эклиптики к плоскости небесного экватора ($\epsilon = 23,5^\circ$).

Если местность, где проводятся наблюдения, ровная и горизонт открыт, то можно установить ориентиры в направлении точки захода Солнца 22 июня, 23 сентября и 22 декабря. В дальнейшем будем следить за тем, как день ото дня точка захода Солнца передвигается от одного ориентира к другому. И... припоминать при этом, что такие же важнейшие в годичном солнечном цикле направления тем или иным способом фиксировали в древние времена люди, заселявшие различные уголки Европы (взять хотя бы известный всем Стоунхендж в Англии) и Америки (системы из трех храмов у майя, которыми по отношению к избранным площадкам фиксировались упомянутые нами направ-

ления). Тем самым решались важные календарные задачи: возшло Солнце над точкой середины дуги «скольжения по азимуту» — значит день равен ночи и можно начинать счет дней в новом календарном году (традиция начинать новый год вблизи весеннего равноденствия существовала у многих народов, в том числе и в Древней Руси).

Ну, и, конечно же, если только у нас «под руками» имеется хотя бы небольшой телескоп, используем его для наблюдения деталей поверхности Солнца — солнечных пятен. Напомним, что смотреть на Солнце в окуляр телескопа категорически запрещается! Самое лучшее — это спроектировать изображение Солнца на экран (рис. 36). К тому же таким образом существенно сокращается время наблюдений, если они проводятся группой любителей (учеников).

Задача наблюдений: установить, есть ли пятна на Солнце в текущий момент, и если есть, то оценить степень активности Солнца. Как известно, число пятен на Солнце на протяжении 11,1 года существенно меняется. Так, в 1969 и 1980 гг. их было очень много, то же ожидается и в 1990—1991 гг., в другие же годы, наоборот, их бывает очень мало: на протяжении многих недель может не быть ни одного пятна.

Если на диске Солнца пятна есть, то зарисовываем их положение, сохраняя видимые размеры, на заранее подготовленном листе чистой бумаги. Предварительно на этом листе рисуем круг с диаметром, соответствующим размеру диска Солнца при избранном расстоянии экрана от окуляра. Далее определяем: а) число

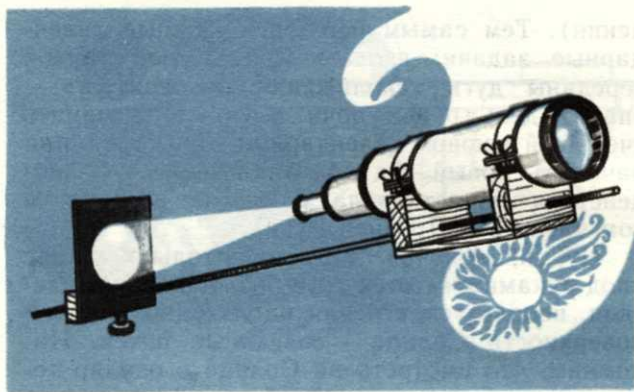


Рис. 36. Экран для наблюдений Солнца

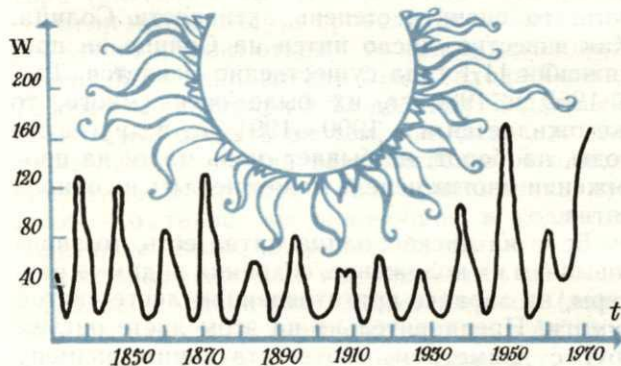


Рис. 37. Изменение среднегодовых чисел Вольфа

групп пятен g , б) число пятен в каждой группе f_i и в) общее число пятен во всех группах $f = \sum f_i$. Это позволяет рассчитать так называемое *число Вольфа* $W = 10g + f$, являющееся весьма показательной и широко используемой характеристикой солнечной активности.

Таким образом, если на диске Солнца пятен нет вовсе, то число Вольфа $W = 0$. Если имеется одно пятно, то $W = 11$, так как при этом $g = 1$ и $f = 1$. В отдельные годы максимумов солнечной активности число Вольфа достигает величины $W = 180$.

Если наблюдения солнечных пятен проводятся регулярно на протяжении многих лет, то можно рассчитать число Вольфа среднее за месяц и среднее за год. Используя эти данные, можно нарисовать график изменения W от года к году (рис. 37).

Под силу любителю астрономии и другая задача — определить координаты каждого солнечного пятна в отдельности. О том, как это делается, читатель может узнать из книги П. Г. Куликовского «Справочник любителя астрономии» (М.: Наука, 1971.—С.313).

Напомним, что солнечное пятно — это место выхода во внешние слои нашего дневного светила мощной «связки» магнитных силовых линий. Описав дугу, такая «трубка» магнитного поля разветвляется на несколько меньших и уходит обратно в глубь Солнца. В итоге образуются пятна противоположных полярностей. При сближении таких пятен происходит *аннигиляция* («уничтожение») магнитного поля, вследствие чего буквально за несколько секунд выделяется энергия, эквивалентная взрыву миллиона водородных бомб. Это — *солнечная*

вспышка, и в годы максимумов солнечной активности их на Солнце бывает до 10 в сутки. В эти моменты, в частности, в несколько сот раз возрастает интенсивность рентгеновского излучения Солнца. А через 8 мин 20 с эти рентгеновские кванты уже достигают земной атмосферы, дополнительно «разбивают» на ионы молекулы, ионизируют атомы, в итоге происходит возмущение магнитного поля Земли (стрелка компаса «дрожит и мечется от испуга»). Это оказывает заметное влияние и на человеческий организм.

2. Изучение изменения положений звезд и созвездий на небе на протяжении года

Наблюдения проводим на площадке, в южной части которой имеется какой-нибудь ориентир, например, столб или высокое здание. Задача заключается в том, чтобы фиксировать момент времени, в который определенная звезда достигает этого ориентира. Так, устанавливаем, что в каждые последующие сутки та же звезда занимает то же положение на небе (положение относительно ориентира) на 4 мин (точнее — 3 мин 56 с) раньше, чем в предыдущие. За 15 дней это составляет уже час, за месяц (30 дней) — два часа, за три месяца (1/4 года) — шесть часов (четвертая часть суток). Иначе говоря, созвездия, которые видны на небе 1 сентября, скажем, в 24 часа, занимают то же положение над горизонтом 1 октября в 22 часа, 1 ноября в 20 ч, 1 декабря — в 18 ч и т. д.

В итоге приходим к выводу, что в своем суточном вращении сфера звезд непрерывно «сдвигается» навстречу Солнцу. Это — резуль-

тат годового перемещения Солнца по эклиптике с угловой скоростью почти 1° (два видимых угловых диаметра Солнца) в сутки, а точнее — результат движения Земли вокруг Солнца.

Здесь как раз уместно напомнить, что на краю выполненной в виде диска карты звездного неба нанесены календарные месяцы и числа месяцев. Они-то и указывают положение Солнца на эклиптике. Двигаясь от заданной даты по прямой к центру карты, находим на эклиптике положение Солнца на эту дату. Скажем, 18 мая Солнце — «под» звездным скоплением Плеяды, 22 августа — «вблизи» ярчайшей звезды Льва Регул и т. д.

О ритмичном изменении вида звездного неба на протяжении года в этой книге уже говорилось достаточно подробно. Годичное перемещение Солнца по эклиптике «отражается» и на положении звезд околополярной области неба. Это позволяет «построить» так называемые звездные (или полярные) часы, по которым можно определить местное звездное время S_m (отсчитываемое от верхней кульминации точки весеннего равноденствия) и местное солнечное время T_m (оно отсчитывается от нижней кульминации Солнца). Для этого вырезаем из картона два круга различного диаметра. Большой из них будет циферблатом. На его обводе в направлении, противоположном вращению часовой стрелки, через равные промежутки времени устанавливаем числа 1, 2, 3, ..., 23, 0 (рис. 38). Второй круг несколько меньшего диаметра делим на 12 частей по количеству месяцев в году. На обводе по часовой стрелке пишем названия месяцев,

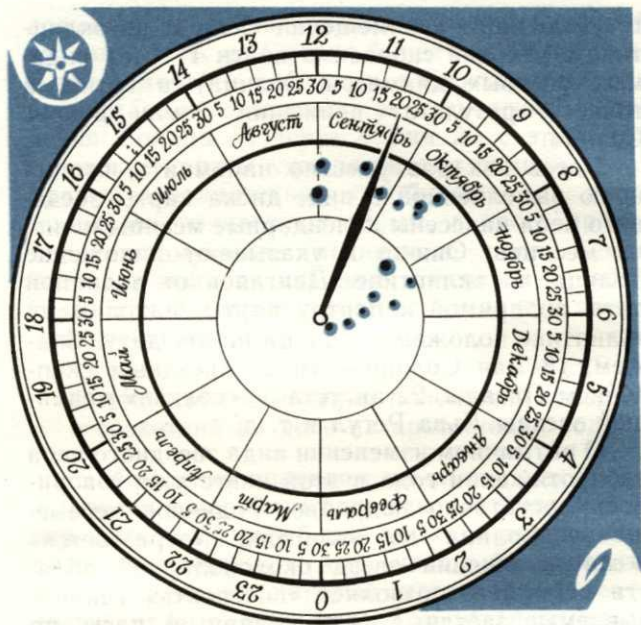


Рис. 38. Звездные (полярные) часы

а соответствующие им дуги делим на пятидневки. В секторе «сентябрь» рисуем Ковш Большой Медведицы и через середину прямой, соединяющей ее звезды γ и δ , проводим линию, которая указывает направление на точку осеннего равноденствия. Она-то и будет стрелкой наших часов. Малый круг укладываем на большой, совмещая их центры и скрепляя заклепкой так, чтобы круги свободно вращались относительно друг друга.

При измерении времени циферблат часов

устанавливаем числом 0 вниз. Ставим лицом к северу, поворачиваем малый круг так, чтобы изображение Большой Медведицы на малом круге заняло такое же положение относительно центра часов и линии «верх-низ», какое занимает это созвездие на небе относительно Полярной звезды. После этого на циферблате (внешнем круге) напротив стрелки отсчитываем местное звездное время S_m . Напротив же даты наблюдения отсчитываем (опять-таки на внешнем круге) и местное солнечное время T_m .

Например, при указанном на рис. 38 положении Ковша имеем $S_m \approx 10$ ч 20 мин. Если сегодня 1-е сентября, то в этот момент $T_m \approx 12$ ч, если 1-е декабря, то 6 ч утра, 1-е апреля — 22 ч, 1-е июня — 18 ч и т. д.

После некоторой тренировки уже можно определять солнечное время и без «звездных часов», по положению звезд Малой и Большой Медведицы относительно горизонта. Именно так и делали наши далекие предки на протяжении многих столетий.

3. Наблюдения переменных звезд

Число известных звезд, переменность блеска которых уже установлена, достигает 30 000. Кроме того, насчитывается еще почти 15 000 звезд, «заподозренных в переменности». Причины изменения блеска бывают, как известно, разные. В одних случаях это связано с затмением звезды своим «соседом», с которым она обращается вокруг общего центра масс. Это *затменно-переменные* звезды, типичный представитель которых — звезда Алголь (с. 33).

Уже известно около 15 000 пульсирующих звезд, одним из представителей которых является звезда δ Цефея (рис. 4, с. 31). И, наконец, *сверхновые* (с. 27), *новые* (с. 29), *повторные новые, вспыхивающие* типа UV Кита (с. 73) и еще некоторые образуют класс *эруптивных звезд*.

Мы уже видели, что изучение переменных звезд помогает лучше понять сущность процессов, происходящих в недрах в целом. И здесь-то в некоторых случаях наблюдения любителей астрономии и сегодня могут иметь научную ценность. Это прежде всего относится к уточнению периодов изменения блеска долгопериодических, полуправильных и неправильных переменных. Ведь у этих последних период может удлиняться или укорачиваться даже на 10 %.

Прежде чем начинать наблюдения, следует детально изучить «Инструкцию для наблюдений переменных звезд» («Астрономический календарь. Постоянная часть», М.: Наука, 1981.— с. 422—437, 282—286). Коротко же методика наблюдений сводится к следующему. При планировании визуальных оценок изменений блеска необходимо прежде всего вблизи переменной звезды выбрать несколько звезд сравнения (желательно, чтобы эти звезды попадали в поле зрения телескопа вместе с изучаемой звездой), видимые звездные величины которых известны из календаря или атласа. Желательно также, чтобы по цвету звезды сравнения были близки к переменной и чтобы интервал блеска при переходе от одной звезды сравнения к другой не превышал $0,4^m$ — $0,5^m$. При наблюдениях пользуются методом Аргеландера, Пикеринга или методом Нейланда-Блажко.

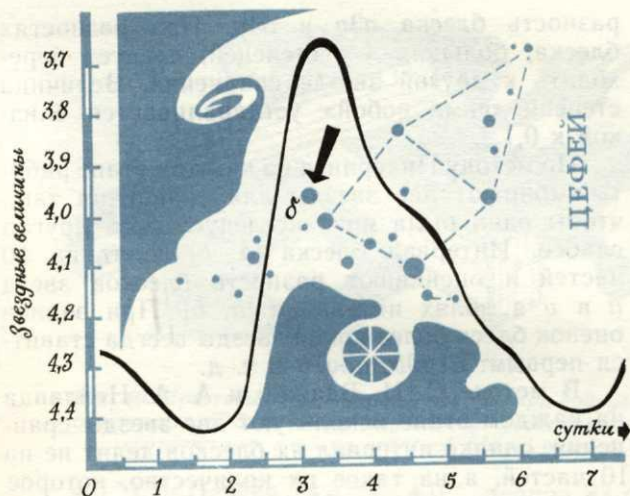


Рис. 39. Кривая блеска пульсирующей переменной звезды δ Цефея

По методу Аргеландера наблюдатель несколько раз сравнивает блеск переменной звезды v и звезды сравнения a . И если он пришел к выводу, что блеск звезд (в определенное, зафиксированное им время!) одинаков, он делает запись: $v=a$. Если же у наблюдателя создалось впечатление, будто блеск звезды a несколько больше, чем v , то он скажет, что блеск a на одну степень светлее блеска v , и запишет это так: $a1v$. Если же наблюдатель уверен, что блеск звезды a несомненно больше блеска звезды v , то говорим, что блеск a на две степени больше блеска v : $a2v$. Тренированный наблюдатель может оценить также

разность блеска $a3v$ и $a4v$. При разностях блеска, больших 4-х степеней, следует переходить к другой звезде сравнения. Величина степени «сама собой» устанавливается близкой к $0,1^m$.

По методу Пикеринга на каждом этапе работы выбирают две звезды для сравнения так, чтобы одна была ярче исследуемой, а другая слабее. Интервал блеска $[a, b]$ делят на 10 частей и оценивают разность блесков звезд a и v в долях интервала $[a, b]$. При записи оценок блеск более яркой звезды всегда ставится первым: $a1v9b$, $a3v7b$ и т. д.

В методе С. Н. Блажко и А. А. Нейланда на каждом этапе используют две звезды сравнения, однако интервал их блесков делят не на 10 частей, а на такое их количество, которое наблюдатель оценивает в степенях. Сначала оценка блеска звезды v производится в интервале $[a, b]$, далее $[b, c]$ и т. д.

Если величины звезд сравнения неизвестны, то можно условно принять $a=0,0^m$, величины же всех остальных звезд ($b, c, \dots$) «привязать к этому значению на основе оценки разности степеней. В итоге наблюдатель по крайней мере получает амплитуду изменения блеска звезды и ее период.

Начинать же наблюдения следует со звезды, кривая блеска которой хороша изучена. Сравнивая свои наблюдения с этим эталоном, наблюдатель получит определенный опыт. Вероятно, таким эталоном может быть звезда δ Цефея (рис. 39). После этого можно перейти к изучению неправильных и полуправильных звезд, например, звезд α Ориона (блеск колеблется в пределах $0,4^m - 1,3^m$), α Геркулеса ($3,0^m -$

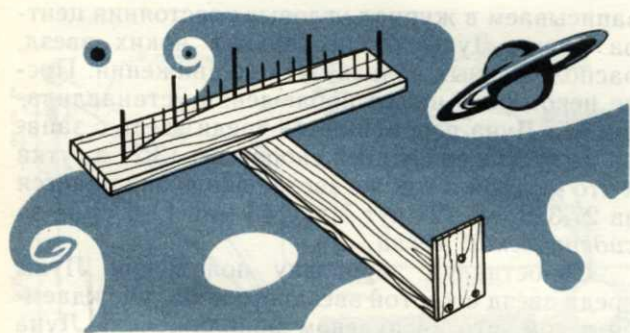


Рис. 40. Простейший угломерный прибор; при радиусе дуги окружности 57,3 см интервалу между гвоздиками в 1 см соответствует угол на небесной сфере, равный 1°

$4,0^m$), ρ Персея ($3,3^m - 4,0^m$, период 33 сут.), R Лиры ($3,9^m - 5,0^m$, 46 сут.), долгопериодических переменных α Кита ($2,0^m - 10,1^m$, 332 сут.), R Гидры ($3,0^m - 11,0^m$, 388 сут.) и др.

4. Наблюдения Луны

Здесь имеются три отдельные задачи: 1) изучение особенностей движения Луны среди звезд; 2) определение «возраста» Луны, т. е. ее фазы, 3) изучение деталей видимой стороны Луны.

1. Определяем путь Луны среди звезд и угловую скорость ее передвижения. С этой целью зарисовываем видимое положение Луны на небе на определенный (лучше всего — один и тот же) момент времени суток (скажем, на 22 часа). Измеряем, хотя бы с помощью простейшего самодельного прибора (рис. 40), и

записываем в журнал угловые расстояния центра диска Луны от нескольких ярких звезд, расположенных вблизи пути ее движения. После некоторого цикла наблюдений устанавливаем, что Луна перемещается среди звезд с запада на восток со средней скоростью $13,2^\circ$ в сутки и что к одной и той же звезде она возвращается за 27,322 сут (27 сут 7 час 43 мин 11,5 с) — за *сидерический месяц*.

Сопоставляя зарисовку положения Луны среди звезд с картой звездного неба, убеждаемся в том, что «в нулевом приближении» Луна движется вдоль эклиптики. Однако после более тщательных наблюдений устанавливаем, что этот вывод довольно груб и что отклонение Луны от эклиптики в ту или другую сторону может достигать 5° , а это — десять ее угловых диаметров.

Напомним, что точка эклиптики, пересекая которую Луна приближается к Северному полюсу мира, называется *восходящим* узлом лунной орбиты, противоположная ей — *нисходящим*. Узлы лунной орбиты перемещаются по эклиптике навстречу Луне, т. е. к западу, совершая полный оборот за 18,61 года. За год расстояние восходящего узла от точки весеннего равноденствия уменьшается примерно на 20° , что внимательный любитель астрономии вполне может заметить. Промежуток времени в 27,21 суток, за который Луна возвращается к тому же узлу своей орбиты, назван *драконическим месяцем*. Но узел-то оказывается уже сдвинутым на $1,5^\circ$ к западу по сравнению с предыдущим прохождением Луны через него! Поэтому драконический месяц несколько короче сидерического.

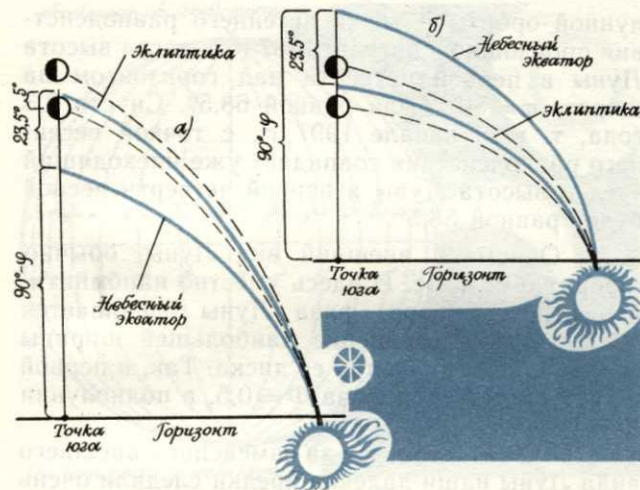


Рис. 41. К определению высоты Луны в меридиане: а) на вечернем небе весной (или, если Солнце слева, — на осеннем небе утром), б) на вечернем небе осенью (весной — утром, при этом Солнце находится слева)

Уместно обратить внимание на высоту расположения Луны над горизонтом в первой (и третьей) четверти весной и осенью. Даже без специальных измерений легко обнаружить, что весной на вечернем небе Луна в первой четверти «ходит» на небе «очень высоко», тогда как осенью — «поразительно низко». При наблюдениях же Луны утром, когда она в третьей четверти, все оказывается наоборот. Причина этого становится понятной, если внимательно присмотреться к рис. 41. Остается добавить, что ближайшее совпадение восходящего узла

лунной орбиты и точки весеннего равноденствия произошло в августе 1987 г., и тогда высота Луны в первой четверти над горизонтом на широте $\varphi = 50^\circ$ была равной $68,5^\circ$. Спустя 9,3 года, т. е. в начале 1997 г., с точкой весеннего равноденствия совпадает уже нисходящий узел и высота Луны в первой четверти весной будет равной $58,5^\circ$.

2. Описывая внешний вид Луны, обычно говорят о ее фазе. И здесь уместно напомнить, что, строго говоря, фаза Луны оценивается числом — это отношение наибольшей ширины серпа Луны к диаметру ее диска. Так, в первой и третьей четверти фаза $\Phi = 0,5$, в полнолунии $\Phi = 1$.

Примечательно, что за изменением внешнего вида Луны наши далекие предки следили очень внимательно. Описывая солнечные затмения, они сравнивали видимый серп Солнца с видом Луны в конкретный день после новолуния. Так, в летописях читаем, что «Солнце аки молодой месяц бысть» (1065 г.), «яко же бывает месяц 4 днии» (1140 г.), «яко млад месяц двю дне» (1321 г.), «яко 5 дней месяц», «яко 10 дней месяца» (1460 г.) и т. д.

Оценку «возраста» Луны «на глаз» производим, сопоставляя ее внешний вид с рис. 42, на котором указано положение терминатора (линии, разделяющей светлую и темную части диска Луны) с интервалом через одни сутки. После полнолуния следует пользоваться тем же рисунком, но уже в перевернутом виде.

3. Изучение отдельных деталей видимой стороны Луны — кратеров, гор и морей — проводим, с помощью бинокля или телескопа, сопо-

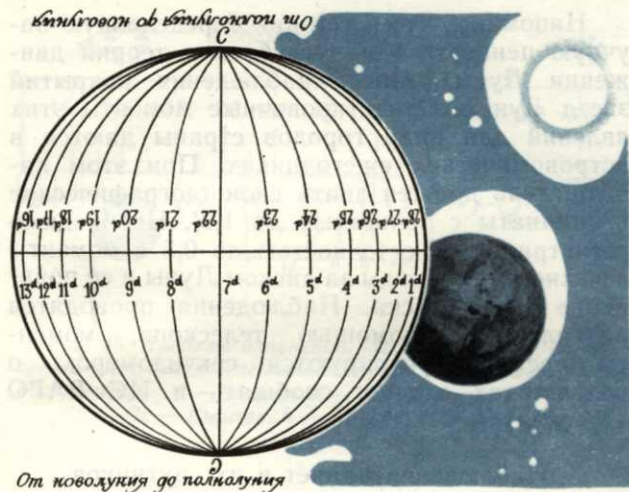


Рис. 42. Примерный вид различных фаз Луны (указан возраст Луны в сутках); после полнолуния следует пользоваться перевернутым изображением

ставляя вид лунной поверхности с уже имеющейся картой Луны (см. вклейки). Запоминание же основных элементов лунной топографии следует начать с зарисовок контуров главных морей, сделанных при рассмотрении диска Луны невооруженным глазом во время полнолуния. Подробную инструкцию для наблюдений Луны, в особенности фотографическим методом, а также наблюдений лунных затмений читатель найдет в «Астрономическом календаре. Постоянная часть» (с. 323—348).

Напомним, что и сегодня определенную научную ценность (для углубления теории движения Луны) имеют наблюдения покрытий звезд Луной. Ориентировочные моменты этих явлений для ряда городов страны даются в астрономических ежегодниках. При этом наблюдатель должен знать свои географические координаты с точностью до $1,5'$. Необходимо регистрировать с точностью до 0,5 с моменты исчезновения звезды за диском Луны и ее появления из-за диска. Наблюдения проводятся визуально с помощью телескопа, моменты времени фиксируются секундомером, о результатах следует сообщать в ЦС ВАГО (Москва).

5. Наблюдения планет и их спутников

И сегодня визуальные наблюдения планет в небольшой телескоп ($D=10-15$ см) не потеряли своего значения.

Однако прежде всего с помощью «Астрономического календаря» на текущий год следует выяснить условия видимости каждой планеты от месяца к месяцу. Далее — отождествить табличные данные о положении планет на небе с картой звездного неба на ближайший месяц. Желательно проводить наблюдения планеты через каждые 5—10 дней, определяя видимую угловую скорость ее перемещения на фоне звезд. В особенности интересно зафиксировать моменты остановки в движении («стояния») и продолжительность попятного (с востока на запад) движения.

И сегодня представляют определенный научный интерес квалифицированные оценки блеска

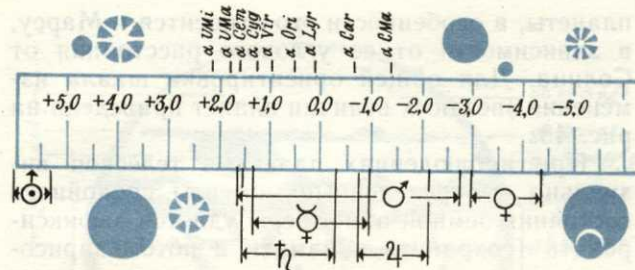


Рис. 43. Пределы изменения блеска ярких планет по сравнению с блеском нескольких ярких звезд; символические обозначения ♿ — Меркурий, ♀ — Венера, ♂ — Марс, ♃ — Юпитер, ♄ — Сатурн, ♅ — Уран

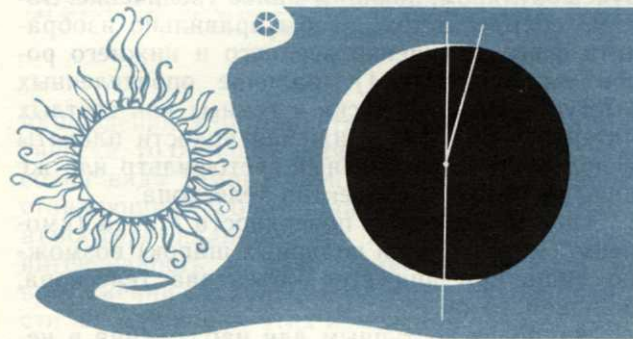


Рис. 44. К определению удлинения рогов серпа Венеры

планеты, в особенности это относится к Марсу, в зависимости от ее углового расстояния от Солнца. Для общей ориентировки шкала изменения звездных величин планет приведена на рис. 43.

При наблюдениях планет в телескоп визуально в определенные моменты спокойного состояния земной атмосферы удастся зафиксировать (сохранить в памяти и потом зарисовать) отдельные мельчайшие детали, которые на фотографиях планеты вообще не выделяются.

Далее, планета Венера еще и теперь удивляет всех тем, что ее наблюдаемая фаза всегда несколько отличается от теоретической. Поэтому желательны регулярные зарисовки фазы планеты (иногда даже с интервалом 20—30 мин) при ее наблюдениях не только вечером после захода Солнца, но и днем. В этом случае необходимо наперед рассчитать положение планеты на небе (ее азимут и высоту) на определенный момент времени и вести поиск, пользуясь окуляром, дающим малое увеличение. Задача состоит в том, чтобы правильно изобразить фазу, удлинение верхнего и нижнего рогов серпа (рис. 44), наличие определенных выступов на краю диска и темных или светлых пятен на нем. Для снижения яркости планеты используется нейтральный светофильтр или же диафрагмируется объектив телескопа.

Изучение деталей поверхности Марса («морей», «материков» и полярных шапок) возможно лишь при диаметре объектива телескопа, большем 15 см.

Наиболее доступным для наблюдения в небольшой телескоп является Юпитер. И если

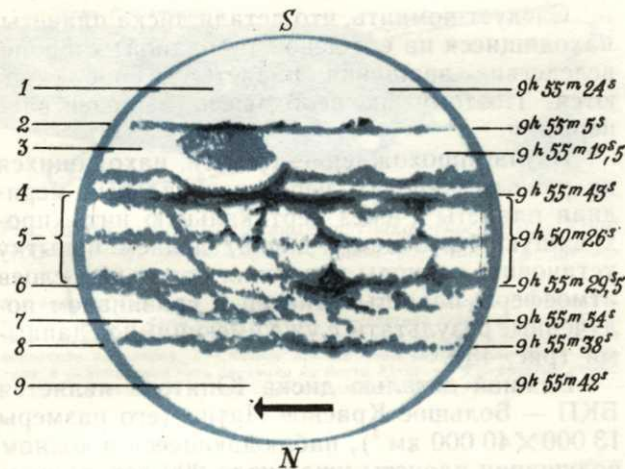


Рис. 45. Схематический рисунок, показывающий расположение темных полос и светлых зон на поверхности Юпитера:

1 — южная полярная область, 2 — южная умеренная полоса с Красным Пятном, 3 — южная тропическая полоса, 4 — экваториальная зона, 5 — северная тропическая полоса, 6 — северная умеренная зона, 7 — северная полярная область; стрелкой указано направление вращения планеты, справа — соответствующие периоды вращения

наблюдения этой планеты проводятся систематически, то большое значение могут иметь зарисовки вида темных полос на его диске, представляющих собой облачные образования в атмосфере планеты. Их положение, ширина, интенсивность и цвет заметно меняются на протяжении нескольких месяцев, закономерности же и причины этих изменений пока не установлены. Желательны также микрометрические измерения ширины и ширины полос.

Следует помнить, что детали диска планеты, находящиеся на его левой (западной) стороне, вследствие вращения планеты вскоре скроются. Поэтому их необходимо зарисовывать первыми.

Изучая прохождение деталей, находящихся на разных широтах, через центральный меридиан планеты (через вертикальную нить, проходящую через центр диска) делаем попытку установить периоды вращения отдельных слоев атмосферы планеты Юпитер и сравниваем полученные результаты с уже имеющимися данными (рис. 45).

Важной деталью диска Юпитера является БКП — Большое Красное Пятно (его размеры $13\,000 \times 40\,000$ км²), наблюдающееся в южном полушарии планеты уже около 200 лет, причем сто лет назад размеры БКП были вдвое больше. БКП из года в год изменяет свой цвет, интенсивность и очертания, и этот факт заслуживает особого внимания. БКП также перемещается по долготе.

Учитывая сплюснутость Юпитера (ведь его экваториальный радиус равен 71 400 км, тогда как полярный на 2500 км меньше), для зарисовок деталей его диска следует заранее изготовить овальный шаблон.

Отдельного внимания заслуживают четыре самых ярких (галилеевых) спутника Юпитера — Ио, Европа, Ганимед и Каллисто, видимые звездные величины которых равны соответственно 5^m, 5,3^m, 4,6^m и 5,6^m. Их наибольшие отклонения от Юпитера равны 2'18'', 3'40'', 5'5'' и 10'18'', а синодические (видимые с движущейся Земли) периоды обращения — 1 сут 18,5 ч,

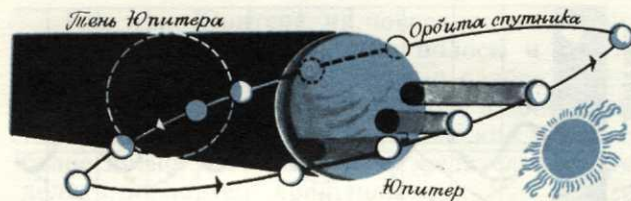


Рис. 46. Различные положения спутника относительно Юпитера (Солнце расположено справа за спиной у наблюдателя):

1 — западная элонгация, 2 — спутник скрывается за диском Юпитера, 3 — спутник выходит из-за диска планеты, 4 — спутник попадает в тень Юпитера (затмение спутника), 5 — спутник выходит из тени, 6 — наибольшая восточная элонгация, 7 — начало прохождения спутника по диску Юпитера, 8 — появление тени спутника на диске Юпитера, 9 — спутник сходит с диска, 10 — тень спутника сходит с диска Юпитера

3 сут 13,3 ч, 7 сут 4 ч и 16 сут 18 ч. При наблюдениях Юпитера на протяжении нескольких часов удастся заметить, как спутник скрывается за диском Юпитера, входит в его тень (происходит затмение спутника) или же проходит по диску планеты (рис. 46). Положения галилеевых спутников относительно диска Юпитера на каждый месяц регулярно публикуются в «Астрономическом календаре ВАГО» (рис. 47).

Безусловно, наиболее эффектным зрелищем звездного неба является Сатурн с системой своих колец. Условия их видимости, однако, от года к году изменяются с полупериодом в 15 лет. Поэтому условия видимости колец Сатурна были наилучшими в 1973 и 1988 гг., а наименее благоприятные — в 1980 и 1995 гг. (рис. 48).

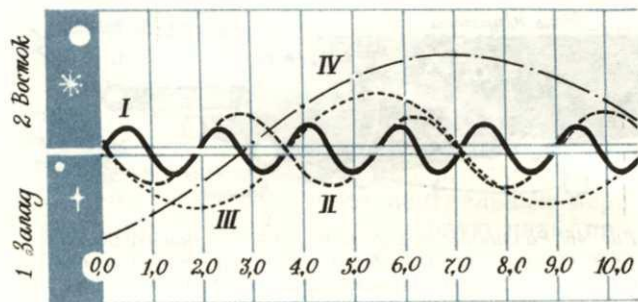


Рис. 47. Положение галилеевых спутников относительно диска Юпитера на первую декаду октября 1986 г.

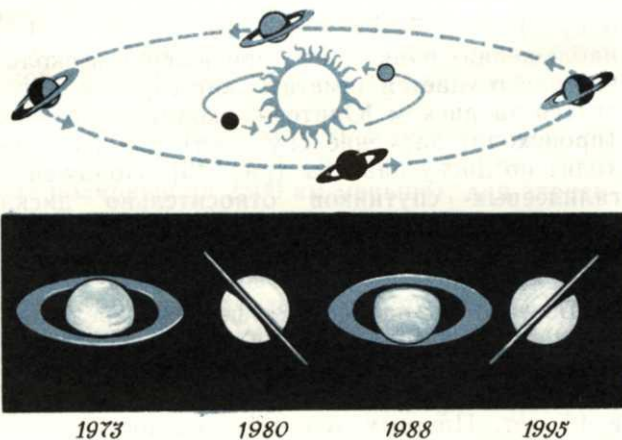


Рис. 48. Изменение условий видимости колец Сатурна на протяжении 29,5 года

Как и на Юпитере, на поверхности Сатурна также наблюдаются темные полосы и другие детали, хотя они и значительно слабее. Методика их наблюдений та же, что и для Юпитера. Иногда на диске Сатурна можно заметить белое пятно, и тогда крайне желательно определить период его вращения.

Наиболее ценными наблюдениями, которые под силу любителям астрономии, могут быть покрытия кольцами Сатурна звезд (до 8-й величины). При этом рекомендуется методика, используемая при наблюдениях переменных звезд. Полученная кривая блеска затмеваемой звезды дает сведения о сравнительной плотности тех частей кольца, за которыми звезда скрывалась.

Пользуясь информацией из астрономического ежегодника, можно осуществить поиск планеты Уран. Ее видимая звездная величина в противостоянии $5,8^m$.

6. Наблюдения метеоров

Наблюдая метеоры, любители астрономии и сегодня могут сделать свой, хотя и небольшой, вклад в науку.

Как известно, метеором называется световое явление, возникающее на высоте от 130 до 80 км при вторжении в земную атмосферу частиц метеорного вещества из межпланетного пространства. В целом на протяжении суток могут быть зарегистрированы около 28 000 метеоров, видимая величина которых $m=3^m$. Масса метеорной частицы, вызывающей это явление, составляет всего 5 г. Метеоров, имеющих звездную величину $(m+1)$, в среднем в 2,5 раза

больше, чем m -ой величины, во столько же раз меньше их масса.

Кроме единичных (спорадических) метеоров, время от времени можно наблюдать метеорные потоки или дожди. И если обычно за один час наблюдатель регистрирует 5—15 метеоров, то во время метеорного дождя — 100, 1000 и даже до 10 000. Метеорные потоки на протяжении нескольких ночей появляются примерно в одной и той же области неба. Если их следы продолжить назад, то они пересекутся в одной точке, которая называется радиантом метеорного потока. Источником метеорных частиц являются, по-видимому, кометы. Число известных радиантов метеорных потоков достигает 1000, из них около 60 — неоднократно наблюдавшиеся визуально. А так как на небе созвездий насчитывается всего 88, то в названии метеорного потока обычно указывают звезду, вблизи которой находится радиант (например, α -Виргиниды, α -Цигниды и т. д.). Информацию о дате активности метеорного потока читатель может найти в «Астрономическом календаре. Постоянная часть» (с. 567). Например, весьма известный метеорный поток Драконид наблюдается 8—10 октября.

Следует помнить, что наибольшее число спорадических метеоров наблюдается вблизи апекса (лат. *apex* — верхушка) — точки на небесной сфере, по направлению к которой в данный момент движется Земля при ее вращении вокруг Солнца. Эта точка находится на эклиптике на 90° позади Солнца (скажем проще: утром в южной части небосклона).

Наблюдения метеоров удобно проводить в лежачем положении, ограничив поле зрения



Рис. 49. Рамка, ограничивающая поле зрения наблюдателя метеоров

круглой рамкой (рис. 49). Первая задача — оценить видимую звездную величину метеора, сравнивая его со звездами. Далее, пользуясь условной 5-бальной системой определить угловую скорость метеора: 5 — очень быстрый, 3 — средний, 1 — медленный метеор. Желательно указать и его цвет. Так как метеор может выйти за пределы рамки или войти в нее, то удобно пользоваться такими обозначениями: $(++)$ — метеор появился и исчез внутри рамки, $(-+)$ — начало движения метеора лежит вне, а конец внутри рамки, $(+-)$ — начало

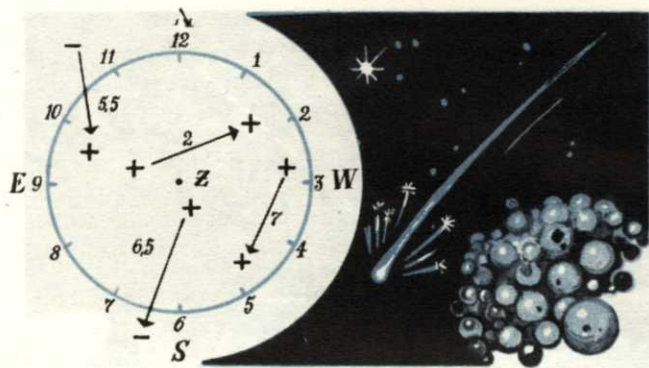


Рис. 50. Определение положения и направления метеоров по «правилу циферблата»

внутри, а конец вне рамки, (— —) — начало и конец вне рамки. Направление движения метеора измеряется в часовой мере («по правилу циферблата»), причем за 12 часов принимается точка севера (рис. 50). Работа выполняется как минимум вдвоем, причем один — наблюдатель, второй — секретарь, регистрирующий 1) номер метеора, 2) момент его пролета с точностью до минуты, 3) звездную величину m , 4) скорость, 5) направление метеора, 6) его положение относительно рамки, 7) другие особенности (зенитное расстояние середины следа метеора, если наблюдения проводились не в околоразенитной области, наличие следа вспышек и др.). Общее чистое время наблюдений за ночь должно быть не менее двух-трех часов, причем следует строго фиксировать моменты начала и конца наблюдений и время перерывов для отдыха.

Наблюдения можно проводить и группой в 4—5 человек. В этом случае для каждого наблюдателя устанавливается «своя» ограничивающая рамка, секретарь сообщает общий для всех номер метеора и время пролета, каждый же наблюдатель вслепую, не отрывая глаз от неба, на сложенной гармошкой полоске бумаги записывает свои наблюдения. В дальнейшем в журнале составляется сводный протокол наблюдений. Следует помнить, что во время наблюдений на протяжении одной ночи изменения в составе наблюдателей не допускаются.

Регистрация спорадических метеоров ценна тем, что она дает возможность изучать пространственную плотность и направление движения вещества в межпланетном пространстве. Результаты наблюдений следует направлять в Центральный Совет Всесоюзного Астрономического Общества.

Более подробная инструкция для наблюдений метеоров имеется в «Астрономическом календаре. Постоянная часть».

7. Как предвидеть прохождение ИСЗ

4 октября 1957 г. запуском в СССР первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) началась новая, космическая эра в истории человечества. Сегодня ИСЗ и орбитальные космические лаборатории помогают решать многие проблемы, возникшие перед человечеством в его движении вперед на пути прогресса.

Сообщения о том, что в нашей стране произведен очередной запуск ИСЗ или пилотируемого космического корабля (КК), мы уже встречаем

как что-то вполне закономерное. Но у многих энтузиастов (в частности, у школьников, мечтающих стать космонавтами) часто возникает вопрос: а где и когда будет виден запущенный только что КК или ИСЗ? И можно ли самому рассчитать условия его видимости, скажем, на завтра или послезавтра?

Оказывается, эта задача решается довольно-таки легко. Но сначала напомним, что на движущийся вокруг Земли спутник действуют две противоположно направленные силы: сила тяжести и центробежная сила, возникающая при движении тела по криволинейной траектории. Приравняв эти силы, находят первую космическую скорость $v = 7,91 \sqrt{R/(R+H)}$ км/с, где R — радиус Земли и H — высота расположения ИСЗ над земной поверхностью. Если далее ИСЗ движется вокруг Земли по круговой орбите, то легко находим и период T — время, за которое ИСЗ проходит путь $S = 2\pi(R+H)$: $T = 84,4 \cdot \sqrt{(R+H)^3/R^3}$.

В частности, при $H = 200$ км имеем $T = 88$ мин 25 с, при $H = 500$ км $T = 94$ мин 32 с.

На самом же деле ИСЗ движется по эллиптической орбите, ближайшую к Земле точку которой называют *перигеем*, наиболее удаленную — *апогеем*. Плоскость орбиты ИСЗ наклонена к плоскости земного экватора под углом i , причем для первых советских ИСЗ i равнялось 65° (рис. 51). Орбитальные станции «Салют» и «Мир» движутся в плоскостях, наклоненных к земному экватору под углом $i = 52^\circ$.

Для предвычисления времени и места прохождения ИСЗ в последующие дни необходимо принять во внимание, что в то время, когда



Рис. 51. Схема орбиты искусственного спутника Земли, движущегося в плоскости, угол наклона которой к плоскости земного экватора i равен 65° .

спутник наматывает свои невидимые витки на орбите, Земля «под ним» непрерывно вращается вокруг своей оси. На поверхности Земли можно нанести проекцию орбиты ИСЗ — место точек, в которых его было видно в зените (рис. 52). Далее, необходимо учесть, что в связи с видимым движением Солнца по эклиптике на 1° в сутки, Земля относительно звезд за это время поворачивается на угол 361° , за 1 мин — на угол $361^\circ/1440$ (так как в сутках насчитывается 1440 минут), а за период обращения ИСЗ T — на угол $\psi = 0,25^\circ T$. И еще, поскольку

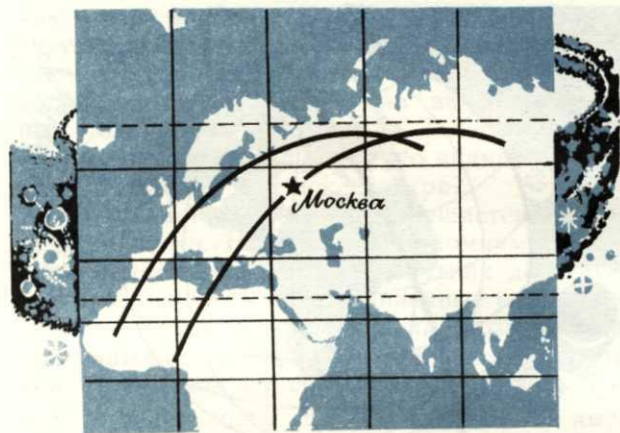


Рис. 52. Проекция двух последующих витков траектории спутника на земную поверхность при $i=65^\circ$.

Земля сплюснута у полюсов, то за один оборот ИСЗ плоскость его орбиты поворачивается навстречу его движению на угол $\omega = 0,6^\circ \cos i$. Следовательно, в целом за один оборот спутника вокруг Земли она относительно плоскости его движения повернется на угол $\Phi = 0,25^\circ T + 0,6^\circ \cos i$. Другими словами, на угол Φ сместится к западу проекция траектории ИСЗ на поверхности Земли, как это и показано на рис. 52.

Пусть, далее, φ — географическая широта наблюдателя. Очевидно, что при $\varphi < i$ спутник проходит вблизи наблюдателя, двигаясь в направлении с юго-запада на северо-восток (восходящий виток) или же с северо-запада на юго-

восток (нисходящий виток), пересекая направление меридиана наблюдателя под углом $q = \arcsin [\cos i \operatorname{cosec} \varphi]$, как это показано на рис. 53. Так, при $\varphi = 49^\circ$, $i = 65^\circ$ имеет $q = 40^\circ$, при $i = 52^\circ$ для того же наблюдения $q = 70^\circ$. В случае же $\varphi > i$ наблюдатель видит спутник лишь в южной части неба.

В свою очередь период обращения ИСЗ T обычно бывает несоизмеримым с продолжительностью суток, т. е. он не укладывается в сутках целое число раз. Например, если $T = 89$ мин, то $1440:89 = 16,14$. Иначе говоря, спутник совершил 16 полных оборотов (витков) на орбите за время $89 \times 16 = 1424$ мин и появился над горизонтом на $\Delta t = 1440 - 1424 = 16$ мин раньше, чем это было в предыдущий день. Последующий, 17-й виток спутник завершит спустя 89 мин или на $\Delta t = 89 - 16 = 73$ мин позже. Заметим, что при высоте ИСЗ $H \leq 250$ км он при этом прохождении, вероятно, виден не будет.

Итак, если в первый день этот ИСЗ прошел через зенит наблюдателя, то в следующий день 16-й виток он закончит раньше, а, следовательно, его можно будет наблюдать в юго-восточной части неба. Проекция орбиты ИСЗ сместится к востоку на угол $\Delta l = 361^\circ - 16\Phi$. Следующий 17-й виток (а в общем — $n+1$ -й) будет западным. Измеренное вдоль параллели наблюдателя смещение орбиты ИСЗ к западу равно $\Delta l = = 17\Phi - 361^\circ$.

Таким образом, поставленная вначале задача предвидения момента и места появления ИСЗ над горизонтом «на завтра» решается так. Прежде всего необходимо установить ближайший восточный и западный витки (n и $n+$

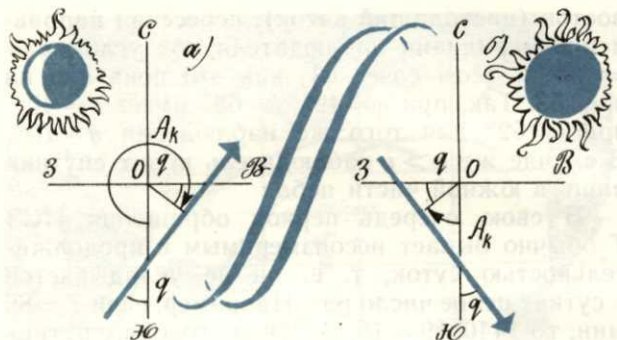


Рис. 53. Проекция восходящего (а) и нисходящего (б) витков ИСЗ на поверхность Земли, О — положение наблюдателя, A_k — азимут точки кратчайшего расстояния до ИСЗ

+1), рассчитать поправки на время Δt и долготу Δl , соответствующие этим прохождением ИСЗ, и произвести сложение этих поправок с соответствующими значениями момента прохождения ИСЗ t_0 и долготы проекции орбиты ИСЗ на параллель наблюдателя l_0 исходного дня: $t = t_0 + \Delta t$, $l = l_0 + \Delta l$.

Поправки Δt и Δl удобно рассчитать для целого набора периодов T по формулам:

а) для восточного витка: $\Delta t = Tn - 1440$ мин

$$\Delta l = (0,25^\circ T + 0,6^\circ \cos i) n - 361^\circ,$$

б) для западного витка: $\Delta t = T(n+1) - 1440$ мин,

$$\Delta l = (0,25^\circ T + 0,6^\circ \cos i)(n+1) - 361^\circ$$

и изобразить их графически (рис. 54).

Зная высоту ИСЗ над поверхностью Земли H , нетрудно определить его ожидаемую высоту

над горизонтом в меридиане h_m и в направлении кратчайшего расстояния до него h_k . Азимут этого кратчайшего расстояния находим по формулам $A_k = 90^\circ + q$ или $270^\circ + q$ для восходящего и $A_k = 90^\circ - q$ или $270^\circ - q$ для нисходящего витков. Соответствующие формулы имеют вид:

$$h_m = \arctg \left[\frac{360^\circ H \operatorname{tg} q}{2\pi R l \cos \varphi} \right];$$

$$h_k = \arctg \left[\frac{360^\circ H}{2\pi R l \cos \varphi \cos q} \right].$$

Здесь l — относительная долгота подспутниковой точки на параллели наблюдателя (считаем ее отрицательной, если спутник проходит к востоку от наблюдателя), и определяется она по указанному выше рецепту для каждого прохождения. Эти формулы, впрочем, применимы, если $H < R[\sec(i - \varphi) - 1]$. Удобно, конечно, иметь рассчитанную заранее табличку высот h_m и h_k для различных H . Мы ограничимся здесь упоминанием, что при $H = 250$ км высоты ИСЗ в меридиане и в направлении кратчайшего расстояния при $i = 65^\circ$ при смещении подспутниковой точки вдоль параллели наблюдателя на $l = 2^\circ, 4^\circ, 6^\circ$ и 8° равны соответственно: $h_k = 66^\circ, 48^\circ, 36^\circ$ и 29° , $h_m = 53^\circ, 34^\circ, 24^\circ$ и 19° .

Приведем пример. 10 сентября спутник, для которого $i = 65^\circ$ и $T = 105,17$ мин, прошел в восходящем витке $12,4^\circ$ к западу от наблюдателя ($l_0 = 12,4^\circ$) в 10 часов вечера ($t_0 = 22$ час 00 мин). Из газет известно, что высота спутника над Землей $H = 250$ км. По «Графику поправок

Собственные названия звезд и их важнейшие характеристики

Обозначение	Название звезды	Видимая звездная величина	Спектр ¹	Расстояние, пк
1	2	3	4	5

 Андромеда (*Andromeda* — *And*)

α	Альферац, Сиррах	2,06	B8 IV	40
β	Мирах	2,06	M0 III	23,8
γ	Аламак	2,20	K3 II	200

 Близнецы (*Gemini* — *Gem*)

β	Поллукс	1,10	K0 III	10,8
α	Кастор	1,58	A1 V	14,3
γ	Альхена	1,93	A1 IV	333
ϵ	Мебсута	2,97	G8 Ib	125
δ	Васат	3,53	F0 IV	16,7
η	Тяят Приор, Пропус	3,28	M3 III	76
μ	Тяят Постериор	2,87	M3 III	50

Мекбуда

¹ *Примечание.* В колонке 4 указан спектральный класс звезды (O, B, A, F, G, K, M) и его подкласс (например, B0, B1, ..., B9, A0, A1, ...), которыми определяется поверхностная температура (и цвет) звезды: для класса O5 — 40 000 K (голубые звезды), B0 — 28 000 K (голубовато-белые), A0 — 9900 K (белые звезды), F0 — 7400 K (желтовато-белые), G0 — 6030 K (желтые звезды), K0 — 4900 K (оранжевые) и M0 — 3480 K (красноватые звезды). Здесь же указан класс светимости: Ia, Ib — сверхгигант, II — яркий гигант, III — нормальный гигант, IV — субгигант, V — карлик, VI — яркий субкарлик, VII — белый карлик. Указанные выше температуры соответствуют классу светимости V, для классов светимости IV — I они несколько больше у звезд ранних спектральных классов (O, B) и несколько меньше у звезд поздних спектральных классов (K, M).

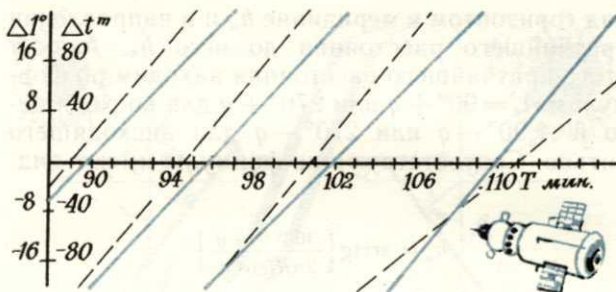


Рис. 54. График поправок Δt и Δl для расчета моментов и места прохождения ИСЗ при $i=52^\circ$

Δt и Δl » находим соответствующие упомянутому периоду поправки $\Delta l = -14,6^\circ$ и $\Delta t = -73$ мин. Следовательно, 11 сентября спутник пройдет в 20 час 47 мин при $l = -2,2^\circ$ (восточнее наблюдателя). Высота же спутника над горизонтом равна в меридиане, при $A=0^\circ$ $h_m=51^\circ$ и в направлении кратчайшего расстояния при $A=310^\circ$ $h_k=63^\circ$. Этим и решается поставленная задача. Используя найденные данные как исходные, можно провести такой же расчет на следующий день, потом — на третий вперед по отношению к исходному и так на 10—20 дней вперед. Здесь, однако, следует принимать во внимание время захода (восхода) Солнца: из-за вращения плоскости орбиты ИСЗ он определенное время будет проходить над наблюдателем в дневное время и, следовательно, может быть невидимым в обоих проходах.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Большая Медведица (*Ursa Major — UMa*)

α	Дубхе	1,79	K0 III	32,2
β	Мерак	2,35	A1 V	22,2
γ	Фекда, <i>Фад</i>	2,41	A0 V	43,5
δ	Мегрец, Каффа	3,27	A3 V	19,2
ϵ	Алиот	1,77	A0 V	125
η	Алькайд, Бенетнаш	1,83	B3 V	50
ζ	Мицар	2,07	A2 V	27
ξ	Алькор	3,95	A5 V	
ξ	Алюла Австралис	3,79	G0 V	7,9
ϵ	Алюла Бореалис	3,49	K3 III	55,6
ι	Талитха	3,12	A7 V	15,2
μ	Тания Австралис	2,99	M0 III	35,7
λ	Тания Бореалис	3,45	A2 IV	35,7
π^2	Мусцида	5,3		

Большой Пес (*Canis Major — CMa*)

α	Сириус, Каникула	—1,46	A1 V	2,67
δ	Везен	1,80	F8 Ia	333
ϵ	Адара	1,50	B2 II	200
β	Мирзам, Мурзим	1,97	B1 II	66,7
η	Алюдра	2,44	B5 Ia	83,3
ζ	Фуруда	3,02	B2,5 V	66,7
γ	Мулифен	4,12	B8 II	125

Весы (*Libra — Lib*)

α	Зубен Эльгенуби	2,75	A3 IV	19,6
β	Зубен Эльшемали	2,61	B8 V	41,7
ν	Зубен Хакраби	3,57	K3 III	29,4
γ	Зубен Эльакраб	3,91	G8 III	30,3
δ	Зубен Эльакриби	4,9		

Водолей (*Aquarius — Aqr*)

α	Садалмелек	2,93	G2 Ib	333
β	Садалсууд	2,87	G0 Ib	333
δ	Скат	3,25	A3 V	25,6
γ	Садахбия	3,84	A9 III	27
ϵ	Альбали	3,77	A2 V	25,6

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

θ	Анха	4,15	G8 III	58,8
κ	Ситула	5,3		

Возничий (*Auriga — Aur*)

α	Капелла	0,03	G8 III	13,5
β	Менкалинан	1,90	A2 V	27
ι	Хассалех	2,69	K3 II	66,7
η	Хедус II	3,16	B3 V	83,3
ζ	Хедус I	3,73	K4 Ib	333

Волопас (*Bootes — Boo*)

α	Арктур	—0,12	K2 III	11,1
ϵ	Мирак, Изар, Пульхеррима	2,37	K0 II-III	76,9
η	Муфрид	2,69	G0 IV	9,8
γ	Сегин, Харис	3,02	A7 III	50,0
β	Мерез, Наккар	3,47	F0 IV	33,3
μ	Алькалюропс	4,29	G8 III	41,7
38	Мерга	5,4		

Волосы Вероники (*Coma Berenices — Com*)

α	Диадема	5,2		
----------	---------	-----	--	--

Ворон (*Corvus — Crv*)

γ	Джанах	2,56	B8 III	45,5
β	Краз	2,60	G5 III	32,3
δ	Альгораб	2,93	B9 V	50
ϵ	Минкар	2,98	K2 III	43,5
α	Альхита, Альхиба	4,02	F2 V	18,9

Геркулес (*Hercules — Her*)

β	Корнефорос, Рут依лик	2,76	G8 III	45,5
α	Рас Альгети	3,06	M5 II	167
δ	Сарин	3,13	A3 V	28,6
λ	Масим	4,39	K4 III	83,3
ω	Кайям	4,5		
κ	Марсик, Марфак	5,0		

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Гидра (Hydra — Hyu)

α	Альфард, Сердце Гидры	1,93	K3 III	50
---	-----------------------	------	--------	----

Голубь (Columba — Col)

α	Факт	2,62	B8 V	50
β	Вазн	3,12	K2 III	43,4

Гончие Псы (Ganes Venatici — CVn)

α	Сердце Карла	2,84	B9,5 I	30,3
β	Хара, Чара	4,24	G0 V	9,3

Дева (Virgo — Vir)

α	Спики, Дана	0,97	B1—3 V	47,6
γ	Порримма, Арих	2,72	F0 V	9,9
ε	Виндемиатрикс	2,65	G9 II	27,9
δ	Авва	3,32	M3 III	58,8
ζ	Хеза	3,38	A3 V	27,8
β	Завийява, Аларис	3,60	F8 V	10,1

Дельфин (Delphinus — Del)

β	Ротанев	3,62	F5 IV	38,5
α	Суалоцин	3,77	B9 V	66,7

Дракон (Draco — Dra)

β	Растабан, Альваид	2,78	G2 II	90,9
α	Тубан	3,64	A0 III	83,3
γ	Этамин, Эльтанин	2,22	K5 III	50
δ	Нодус II, Альтакс	3,07	G9 III	33,3
ζ	Нодус I	3,17	B6 III	66,7
λ	Джансар, Гиаусар	3,78	M0 III	47,6
ξ	Грумиум	3,75	K2 III	33,3
ε	Тиль	3,82	G2 III	1000
φ	Дзибан	4,22	A0 II	125
ν	Кума	5,0		
μ	Арракис, Альфакис	5,1		

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Журавль (Grus — Gru)

α	Альнаир	1,70	B5 V	20,8
---	---------	------	------	------

Заяц (Lepus — Lep)

α	Арнеб	2,57	F0 I	500
β	Нихал	2,84	G5 III	52,6

Змееносец (Ophiuchus — Oph)

α	Рас Альхаг	2,02	A5 III	17,9
β	Цельбальрай	2,77	K2 III	40
η	Сабик	2,42	A2 V	21,3
δ	Йед Приор	2,75	M1 III	37
ε	Йед Постериор	3,23	G9 III	27,8

Змея (Serpens — Ser)

α	Унук Альхая, Сердце Змеи	2,64	K2 III	21,3
θ	Алия	4,07	A5 V	35,7

Кассиопея (Cassiopeia — Cas)

α	Шедар	2,23	K0 II	111
β	Каф	2,27	K0 III	13,9
δ	Рукба	2,68	A5 V	25
γ	Нави	2,39	B0 IV	47,5
ε	Рукбах	3,38	B3 III	143
η	Ахирд	3,45	F8 V	47,6
θ	Марфик	4,34	A7 V	200

Кентавр (Centaurus — Cen)

α	Толиман, Ригиль	0,06	G2 V	1,34
β	Хадар	0,59	B1 II	71,4

Киль (Carina — Car)

α	Канопус, Сухель	—0,75	F0 Ib	58,8
β	Миопляцид	1,68	A1 V	26,3
ε	Авиор	1,82	K0 II	100
ι	Турайс, Аспидиск	2,23	F0 Ib	125

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Кит (Cetus — Cet)

α	Менкар	2,53	M2 III	333
β	Дифда, Денеб Кантос	2,02	K1 III	17,9
ο	Мира	2,0	M6 III	76,9
η	Денеб Альгенуби	3,45	K3 III	27
γ	Каффальджидмах	3,47	A3 V	20,8
ζ	Батен Кантос	3,72	K2 III	50

Козерог (Capricornus — Cap)

δ	Шадди, Денеб Альгеди	2,83	A6 III	14,9
β	Дабих	3,08	F8 V	167
α	Альгеди	3,58	G9 III	30,3
γ	Нашира	3,67	F0 III	37

Корма (Puppis — Pup)

ζ	Наос	2,25	O5 II	250
ε	Асмидиске	3,35	G3 Ib	250
κ	Маркеб	3,80	B6 V	100

Лебедь (Cygnus — Cyg)

α	Денеб, Аридиф	1,25	A2 I	250
γ	Садр	2,15	F8 Ib	167
ε	Дженах	2,46	K0 III	22
β	Альбирео	3,05	K3 II	167
π ¹	Азельфафага	4,24	B3 III	333

Лев (Leo — Leo)

α	Регул	1,35	B7 V	25,6
γ	Альгеба	1,84	K0 III	52,6
β	Денебола	2,09	A3 V	13,2
δ	Зосма	2,54	A4 V	20
θ	Хорт	3,35	A4 V	43,5
ζ	Адхафера	3,44	F0 III	45,5
ο	Субра	3,50	A5 V	35,7
ε	Альгенуби	2,98	G0 II	143
μ	Расаляс	3,88	K2 III	45,5
λ	Альтерф	4,31	K5 III	50

γ Кокса

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Лири (Lyra — Lyr)

α	Вега	0,03	A0 V	8,1
γ	Суляфат	3,24	B9 III	83,3
β	Шелиак	3,38	B8 III	333

Малая Медведица (Ursa Minor — UMi)

α	Полярная, Киносура	2,02	F8 Ib	333
β	Кохаб	2,08	K4 III	22,2
γ	Феркад	3,05	A3 II	55,6
δ	Пильдун	4,36	A1 V	1000

Малый Конь (Equuleus — Equ)

α	Китальфа	3,92	G0 III	66,7
---	----------	------	--------	------

Малый Пес (Canis Minor — CMi)

α	Процион	0,37	F5 IV	3,47
β	Гомейза	2,89	B8 V	50

Овен (Aries — Ari)

α	Гамаль	2,00	K2 III	23,3
β	Шератан	2,63	A5 V	15,6
γ	Мезартим	3,88	B9 V	47,6
δ	Ботейн	4,34	K2 III	40

Орел (Aquila — Aql)

α	Альтаир	0,76	A7 IV	5,1
γ	Таразед	2,72	K3 II	125
β	Альшанн	3,68	G8 IV	14
δ	Денеб Окаб	3,34	F0 IV	15

Орион (Orion — Ori)

α	Бетельгейзе	0,42	M2 Ia	200
β	Ригель, Альгебар	1,13	B8 Ia	333,3
γ	Беллатрикс, Альнаджид	1,59	B2 III	43,5
ε	Альнилам	1,69	B0 Ia	416,7

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

ζ	Альнитак	1,82	O9 Ib	45,4
κ	Саиф	2,01	B0 Ia	111
δ	Минтака	2,24	O9 II	250
ι	Хатиса	2,77	O9 III	47
π ³	Табит	3,19	F6 V	8
λ	Мейсса, Хека	3,38	O8 V	166,7

Павлин (Pavo — Pav)

α	Пикок, Петух	1,93	B3 IV	71,4
---	--------------	------	-------	------

Паруса (Vela — Vel)

γ	Регор	1,83	O7 II	143
λ	Альсухайль	2,21	K4 Ib	66,7

Перас (Pegasus — Peg)

β	Эниф, Эфин	2,39	K2 Ib	250
β	Шеат	2,42	M2 II	58,8
α	Маркаб	2,47	B9 V	31,3
γ	Альгениб	2,84	B2 IV	143
η	Матар	2,92	G8 II	91
ζ	Хомам, Омам	3,40	B8 V	55,6
τ	Сальма, Керб	5,0		

Персей (Perseus — Per)

α	Альгениб, Мирфак	1,72	F5 Ib	35,7
β	Алголь, Горгона	2,13	B8 V	27
ζ	Менкиб	2,86	B1 Ib	167
η	Мирам	3,77	K3 Ib	250
κ	Мисам	3,77	K0 III	34,5
ο	Атик	3,83	B1 III	62,5

Рак (Cancer — Cnc)

δ	Азеллюс Австралис	3,94	K0 III	66,7
ι	Презепа	4,02	G8 II	43,5
α	Акубенс, Сертан	4,20	A5 III	55,6
γ	Азеллюс Бореалис	4,7		

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Рыбы (Pisces — Psc)

α	Альриша, Окда, Каитайн, Реша	3,82	A0 III	40
---	------------------------------	------	--------	----

Северная Корона (Corona Borealis — CrB)

α	Альфека, Гемма, Гнозия	2,24	A0 V	22,7
β	Нусакан	3,68	F0 III	32,3

Скорпион (Scorpius — Sco)

α	Антарес, Сердце Скорпиона	0,91	M1 Ia	52,6
λ	Шаула	1,63	B1 V	90,9
δ	Джубба	2,32	B0 V	111
β	Акраб	2,61	B0 V	200
ν	Лесах	2,68	B3 Ib	100
σ	Альният	2,88	B1 III	100
η	Граффиас	3,34	F0 IV	16,4
ω ¹	Джабхат	3,97	B1 V	250
ν	Джаббах	4,01	B2 IV	50
ω ²	Альакраб	4,33	2 III	71

Стрела (Sagitta — Sge)

α	Шам	4,37	G0 II	167
---	-----	------	-------	-----

Стрелец (Sagittarius — Sgr)

ε	Каус Австралис	1,85	A0 V	55,6
σ	Нунки	2,09	B2 V	55,6
ζ	Асцелла	2,59	A2 III	50
δ	Каус Медиус	2,70	K2 III	25
λ	Каус Бореалис	2,81	K2 III	21,7
π	Альбальдах	2,88	F2 II	63
γ	Нушаба, Альнаси	2,99	K0 III	47,6
μ	Альталимайн	3,85	B8 I	143
α	Альрами, Рукбат	3,96	B9 III	71,4
β ¹	Аркаб Приор	3,92	B8 V	52,6
β ²	Аркаб Постериор	4,28	0 III	45,5

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Телец (Taurus — Tau)

α	Альдебаран, Палилия	0,86	K5 III	20,8
β	Натх, <i>Аль-НАТ</i>	1,65	B7 III	52,6
η	Альциона	2,87	B7 III	166,7
ϵ	Аин	3,54	K0 III	50
16	Целено	5,46	B7 IV	
17	Электра	3,70	B6 III	52,5
19	Тайгета	4,31	B6 V	
20	Майя	3,87	B7 III	76,9
21	Астеропа	5,76	B8 V	
23	Меропа	4,18	B6 IV	40,0
27	Атлас	3,62	B8 III	90,9
28	Плейона	5,09	B8 IV	

Треугольник (Triangulum — Tri)

α	Металлах	3,42	F6 IV	20
----------	----------	------	-------	----

Цефей (Cepheus — Cep)

α	Альдерамин	2,45	A7 IV	15,6
β	Альфирк	3,19	B2 III	250
γ	Альрай, Эррай	3,21	K1 IV	15,6
μ	Эракис	4,49	M1 Ia	76,9

Чаша (Crater — Crt)

α	Алькес	4,07	K0 III	41,7
----------	--------	------	--------	------

Эридан (Eridanus — Eri)

α	Ахернар	0,47	B3 V	31,3
β	Курса	2,72	A3 III	25
γ	Заурак	2,94	M0 III	100
θ	Акамар	2,91	A3 V	35,7
δ	Рана	3,54	K0 IV	9,2
ν^2	Тееним	3,82	K0 III	66,7
η	Азха	3,87	K1 III	34,5
σ^1	Бейд	4,04	F2 II	38,5
53	Скип	4,3		
ξ	Зибаль	4,9		

0² Кельо
Е АЗА

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Южная Рыба (Piscis Austrinus — PsA)

α	Фомальгаут	1,15	A3 V	6,8
----------	------------	------	------	-----

Южный Крест (Crux — Cru)

α	Акрукс	0,79	B1 IV	111
β	Мимоза	1,25	B0 IV	143
γ	Гакрукс	1,60	M3 II	66,7

Южный Треугольник (Triangulum Australe — TrA)

α	Атрия	1,91	K4 III	37
----------	-------	------	--------	----

Феникс (Phoenix - Pho)
и Анкаа

ВАЖНЕЙШИЕ КОНСТАНТЫ, ПАРАМЕТРЫ, СИМВОЛЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Некоторые математические величины

Отношение длины окружности к ее диаметру $\pi = 3,14159265359$, $\lg \pi = 0,49715$.

Основание натуральных логарифмов $e = 2,71828$, $M = \lg e = 0,43429$, $\frac{1}{M} = \ln 10 = 2,30259$; $\ln \pi = 1,14473$.

1 радиан $= \frac{180^\circ}{\pi} = 57,29578 = 57^\circ 17' 44,80625'' = 206264,80625''$; $1^\circ = 0,017453$ радиана; $1'' = 0,000048481$ радиана.

$\sin 1^\circ = 0,017453$, $\sin 1' = 0,0002909$, $\sin 1'' = 0,00000485$.

$\pi^2 = 9,86960$, $\frac{1}{\pi} = 0,31831$, $\sqrt{\pi} = 1,77245$, $\sqrt[3]{\pi} = 1,46459$.

$e^2 = 7,38906$, $\frac{1}{e} = 0,36788$, $\sqrt{e} = 1,64872$, $\sqrt[3]{e} = 1,39561$.

Площадь сферы $= 129600/\pi = 41252,961$ кв. градуса, $360^\circ = 21\ 600' = 1296000''$.

2. Некоторые физические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6,672 \cdot 10^{-11}$ Н $\cdot$ м² кг⁻² $= 6,672 \cdot 10^{-8}$ г⁻¹ см³ с⁻².

Скорость света в вакууме $c = 2,997925 \cdot 10^8$ м/с $\approx 3 \cdot 10^{10}$ см/с.

Постоянная планка $h = 6,626176 \cdot 10^{-34}$ Дж $\cdot$ с $= 6,626 \times 10^{-27}$ эрг $\cdot$ с.

Масса покоя электрона $m_e = 9,109534 \cdot 10^{-31}$ кг $= 9,11 \times 10^{-28}$ г.

Масса покоя протона $m_p = 1,6726485 \cdot 10^{-27}$ кг $= 1,673 \times 10^{-24}$ г.

Заряд электрона $e = 1,6021892 \cdot 10^{-19}$ Кл $= 4,8 \cdot 10^{-10}$ единиц СГСЕ.

Масса покоя нейтрона $m_n = 1,6749543 \cdot 10^{-27}$ кг.

Отношение массы протона к массе электрона $m_p/m_e = 1836,15152$.

Число Авогадро (число молекул на моль) $N_A = 6,022045 \times 10^{23}$ моль⁻¹.

Молярная газовая постоянная $R = 8,31441$ Дж $\cdot$ моль⁻¹ $\times$ К⁻¹ $= 1,986$ кал/К $\cdot$ моль.

Постоянная Больцмана $k = 1,380662 \cdot 10^{-23}$ Дж $\cdot$ К⁻¹ $= 1,38 \cdot 10^{-16}$ эрг/К.

Постоянная плотности излучения $a_R = 7,56566 \cdot 10^{-16}$ Дж $\times$ м⁻³ $\cdot$ К⁻⁴ $= 7,566 \cdot 10^{-15}$ эрг/(см³ К⁴).

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,67032 \cdot 10^{-8}$ Вт $\times$ м⁻² К⁻⁴ $= 5,67 \cdot 10^{-5}$ эрг/(см² $\cdot$ К⁴ $\cdot$ с).

1 малая калория $= 4,1855$ Дж $\approx 4,2 \cdot 10^7$ эрг.

3. Некоторые астрономические величины

а. Данные о Земле

Экваториальный радиус $R_e = 6378,140$ км.

Полярный радиус $R_p = 6356,755$ км.

Средний радиус $R_c = 6371,004$ км.

Сплюснутость земного эллипсоида $\alpha = \frac{R_e - R_p}{R_c} = 1/298,257$.

Поверхность Земли $S_z = 509495365$ км², поверхность суши составляет 29,2 % от всей поверхности Земли, причем около 10 % ее покрыто вечными снегами и льдом.

Масса Земли $M_z = 5,973 \cdot 10^{24}$ кг, в том числе около 0,024 % составляет вода во всех ее формах, масса атмосферы Земли $5,158 \cdot 10^{18}$ кг.

Средняя плотность Земли $5,574$ г/см³, земной коры — $2,80$ г/м³.

Критическая скорость (вторая космическая) возле поверхности Земли $11,2$ км/с.

Длина 1° географической долготы $(111,321 \cos \varphi - 0,094 \cos 3\varphi)$ км.

Длина 1° географической широты $(111,143 - 0,562 \cos 2\varphi)$ км.

Угловая скорость вращения Земли $15,041$ с⁻¹.

Линейная скорость точки экватора $465,119$ м/с.

Средняя скорость движения Земли по орбите $29,756$ км/с $\approx 100\ 000$ км/ч.

Ускорение Земли к Солнцу $0,59$ см/с².

Ускорение силы тяжести на Земле (стандартное) $g_0 = 980,665$ см/с².

Сутки $= 24^h = 1440^m = 86\ 400^s$.

Средний наклон экватора к эклиптике $\epsilon = 23^\circ 27' 8,26'' - 0,4684$ ($t - 1900$), где t — время в годах. В частности, на начало 1985 г. $\epsilon = 23^\circ 26' 28,45''$.

б. Данные о Солнце

Среднее расстояние от Земли до Солнца (астрономическая единица) $= 23\ 455,04 R_{\oplus} = 149\ 597\ 870$ км $= 215,2$ радиуса Солнца.

Радиус Солнца $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ м = 696 000 км.
 Наибольший угловой диаметр Солнца $32^{\circ}35'78''$ (Земля в перигелии).
 Наименьший видимый угловой диаметр Солнца $31^{\circ}31'34''$ (Земля в афелии).
 Масса Солнца $M_{\odot} = 1,989 \cdot 10^{30}$ кг = 332 946 $M_{\oplus}$.
 Средняя плотность Солнца $\bar{\rho}_{\odot} = 1,408$ г/см³ = 0,255 $\bar{\rho}_{\oplus}$.
 Средняя плотность в центре Солнца $\rho_c = 100$ г/см³.
 Ускорение силы тяжести на поверхности Солнца $g_{\odot} = 2,738 \cdot 10^4$ см/с² — в 27,9 раза большее чем на поверхности Земли.
 Критическая скорость (вторая космическая) на поверхности Солнца 617,7 км/с.
 Линейная скорость точки на солнечном экваторе 2,025 км/с.
 Синодический период обращения точки экватора (относительно движущейся Земли) 27,275 суток (13^д19^ч9^с за сутки).
 Сидерический период обращения точки экватора 25,380 суток (14^д18^ч4^с за сутки).
 Наклон экватора Солнца к эклиптике $7^{\circ}15'00''$.
 Среднее значение солнечной постоянной на высоте 65 км 0,1388 Вт/см².
 Светимость Солнца $L_{\odot} = 3,88 \cdot 10^{26}$ Вт.
 Излучение 1 см² поверхности Солнца $6,41 \cdot 10^3$ Вт = 50 000 кандел.
 Освещенность от Солнца (вне атмосферы) 137 000 люкс = 548 000 полных лун в зените.
 Видимая звездная величина Солнца вне атмосферы $m_{\odot} = -26^m85$, в зените $m_{\odot} = -26^m58$.
 Спектральный класс Солнца G2V.
 Эффективная температура поверхности Солнца $T_{\text{эф}} = 5807$ К.
 Абсолютная болометрическая звездная величина $M = -4^m72$.
 Скорость движения Солнца относительно ближайших звезд 19,5 км/с — в направлении на созвездие Геркулеса.
 Расстояние Солнца от центра Галактики ~ 10 тыс. пс ~ 30 тыс. св. год.
 Расстояние Солнца от плоскости Галактики 15 пс к северу.
 Скорость движения Солнца вокруг центра Галактики 250 км/с.
 Период обращения Солнца вокруг центра Галактики 200 млн. год.
 Средняя длительность цикла солнечной активности 11,06 года.
 Длительность тропического года 365^д242^ч1987^с9 — 0^д0000000614 (t — 1900): за счет замедления вращения Земли вокруг

своей оси длительность года уменьшается на 0^д53 за сто лет.
 Длительность драконического года (промежутка времени между двумя последовательными прохождениями Солнца через определенный узел лунной орбиты) 346^д620^ч031^с + 0^д000 000 12 (t — 1900).

в. Данные о Луне

Среднее расстояние Луны от Земли 384 401 км = 0,002 57 а. е.
 Угловой диаметр Луны от $33^{\circ}32''$ до $29^{\circ}20''$.
 Диаметр Луны 3476 км = 0,2725 экв. диаметра Земли $\approx 3/11$ земного.
 Масса Луны $M_L = 1/81,301$ $M_{\oplus} = 1/27$ 070 500 $M_{\oplus} = 7,35 \cdot 10^{22}$ кг.
 Средняя плотность Луны 3,341 г/см³ = 0,607 средней плотности Земли.
 Ускорение силы тяжести на поверхности 1,622 м/с² $\approx 1/6$ земного.
 Критическая скорость (вторая космическая) 2,38 км/с.
 Температура поверхности в точке, где Солнце в зените, +130 °С, в полночь — -160 °С.
 Длительность драконического месяца (между двумя последовательными прохождениями Луны через определенный узел орбиты) 27^д05^ч05^м36^с.
 Средний наклон лунного экватора к орбите $6^{\circ}40'7''$, изменяется от $6^{\circ}51'$ до $6^{\circ}31'$.
 Наклон лунной орбиты к земному экватору изменяется от $18^{\circ}18'$ до $28^{\circ}36'$.
 Средняя скорость Луны по орбите 1,023 км/с = 3681 км/час.
 Ускорение Луны в ее движении вокруг Земли 0,272 см/с².
 Период обращения вокруг Земли относительно звезд (сидерический месяц) 27^д07^ч43^м11^с47.
 Синодический месяц = 29^д12^ч44^м02^с78 (вследствие эллиптичности орбиты изменяется почти на 13^ч — от 29^д25 до 29^д83).
 Период обращения линии узлов 18,61 тропических лет.

4. Другие сведения

Число секунд в тропическом году 31 556 925,9747 $\approx 3,16 \times 10^7$.
 1 световой год $9,460\,530 \cdot 10^{17}$ см.
 1 парсек = 206 264,806 а. е. = 3,261 633 свет. года = 3,085 678 $\cdot 10^{18}$ см.
 Поперечник Галактики 100 тыс. световых год. $\approx 10^{23}$ см.

Расстояние до галактики М 31 (в созвездии Андромеды) 2,3 млн. св. год.
Постоянная Хаббла, входящая в выражение $v = Hr$, где v — скорость движения галактики, r — расстояние до галактики, $H = 60$ км/(с · Мпс).

5. Астрономические символы и обозначения

☉ Солнце, а также Воскресенье	● новолуние
☾ Луна » Понедельник	☾ первая четверть
♂ Марс » Вторник	○ полнолуние
☿ Меркурий » Среда	☾ последняя четверть
♃ Юпитер » Четверг	α прямое восхождение
♀ Венера » Пятница	δ склонение
♄ Сатурн » Суббота	φ географическая широта
♁ или ⊕ Земля	λ географическая долгота
♅ или ♃ Уран	z зенитное расстояние
♆ или ♅ Нептун	a год
♇ или ♄ Плутон	d сутки
♁ комета	h час
Var переменная звезда	m минута
♊ или ♋ восходящий узел	s сек. времени
♋ или ♌ нисходящий узел	''' град., мин., сек. дуги
♌ соединение	μ собственное движение
♍ противостояние	π годичный параллакс
□ квадратура	V _r лучевая скорость
	g ускорение силы тяжести

Знаки зодиака

♈ Овен, точка весеннего равноденствия
♉ Телец
♊ Близнецы
♋ Рак, летнее солнцестояние
♌ Лев
♍ Дева
♎ Весы, осеннее равноденствие
♏ Скорпион
♐ Стрелец
♑ Козерог, зимнее солнцестояние
♒ Водолей
♓ Рыбы

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Агекян Т. А. Звезды, галактики, Метагалактика.— Наука, 1981.— 415 с.
- Аполлодор. Мифологическая библиотека.— М.: Наука, 1972.— 126 с.
- Астрономический календарь. Постоянная часть.— М.: Наука, 1981.— 704 с.
- Астрономический календарь ВАГО: Переменная часть.— М.: Наука.— Выходит ежегодно.
- Астрономы. Биографический справочник.— К.: Наук. думка, 1986.— 512 с.
- Бронштейн В. А. Гипотезы о звездах и Вселенной.— М.: Наука, 1974.— 384 с.
- Бронштейн В. А. Планеты и их наблюдение.— М.: Наука, 1981.— 240 с.
- Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки о Вселенной.— М.: Наука, 1980.— 672 с.
- Дагаев М. М. Наблюдения звездного неба.— М.: Наука, 1979.— 176 с.
- Ефремов Ю. Н. В глубины Вселенной.— М.: Наука, 1984.— 223 с.
- Зигель Ф. Ю. Сокровища звездного неба.— М.: Наука, 1986.— 296 с.
- Каплан С. А. Физика звезд.— М.: Наука, 1977.— 208 с.
- Карпенко Ю. А. Названия звездного неба.— М.: Наука, 1985.— 182 с.
- Климишин И. А. Астрономия наших дней.— М.: Наука, 1986.— 560 с.
- Климишин И. А. Открытие Вселенной.— М.: Наука, 1987.— 320 с.
- Климишин И. А. Релятивистская астрономия.— М.: Наука, 1983.— 208 с.
- Куликовский П. Г. Звездная астрономия.— М.: Наука, 1978.— 255 с.
- Левитан Е. П. Астрономия.— М.: Просвещение, 1985.— 176 с.

Левитан Е. П. Малышам о звездах.— М.: Дет. лит., 1981.— 128 с.

Максимачев Б. А., Комаров В. Н. В звездных лабиринтах. Ориентирование по небу.— М.: Наука, 1978.— 200 с.

Михайлов А. А. Атлас звездного неба.— М.: Наука, 1974.— 54 с.+20 карт.

Михайлов А. А. Атлас звездного неба.— Л.: Наука, 1978.— 12 с.+4 карты.

Навашин М. С. Телескоп астронома-любителя.— М.: Наука, 1979.— 440 с.

Новиков И. Д. Эволюция Вселенной.— М.: Наука, 1983.— 190 с.

Физика космоса: Маленькая энциклопедия.— М.: Сов. энци., 1986.— 784 с.

Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе.— М.: Наука, 1979.— 302 с.

Что можно увидеть на небе / Колчинский И. Г., Орлов М. Я., Прох Л. З., Пугач А. Ф.— Киев: Наук. думка, 1982.— 190 с.

Чурюмов К. И. Кометы и их наблюдение.— М.: Наука, 1982.— 160 с.

Шевченко В. В. Луна и ее наблюдение.— М.: Наука, 1983.— 192 с.

Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум.— М.: Наука, 1986.— 336 с.

Шкловский И. С. Звезды.— М.: Наука, 1984.— 384 с.

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	3
---------------------	---

АЗБУКА АСТРОГНОЗИИ

Как «перекраивались» границы созвездий	8
Величины и названия звезд	10
Небесные координаты	12
Чудо-объекты небосклона	14

НА КРУГЛОСУТОЧНОЙ ВАХТЕ

Околополярные созвездия	18
«На пороховой бочке»	23
В окрестности «маяка Вселенной»	30
За пределы Галактики	39
Страницы древнегреческой теогонии	44

КОГДА УЛЕТАЮТ ЖУРАВЛИ

Созвездия осеннего неба	53
...И, возможно, черная дыра!	55
Подарок хитрой Лисички	66
От Кита до Козерога	73
За золотым руном	78

НАД ГОРИЗОНТОМ... «КОСАРИ»

Созвездия зимнего неба	81
От Возничего до Единорога	84
Сириус... краснее Марса?	89
Жемчужины Тельца и Ориона	92
Древнегреческие легенды	102

НА ВЕСЕННЕМ НЕБОСКЛОНЕ

Созвездия весеннего неба	106
В окрестности Рака и Кентавра	108
Окно в большую Вселенную	111

Таинственные квазары	116
О любви и коварстве	120

НЕБО СЕРЕБРИСТЫХ ЗАРНИЦ

Созвездия летнего неба	124
Жемчужины Короны и... Змеи	127
Вблизи центра Галактики	132
В созвездии Геркулеса	137
Похвала мужеству и мудрости	143

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОСТЕЙШИХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

1. Наблюдения Солнца	150
2. Изучение изменения положений звезд и созвездий на небе на протяжении года	156
3. Наблюдения переменных звезд	159
4. Наблюдения Луны	163
5. Наблюдения планет и их спутников	168
6. Наблюдения метеоров	175
7. Как предвидеть прохождение ИСЗ	179

Приложение I	187
Приложение II	198

Научно-популярное издание

КЛИМИШИН ИВАН АНТОНОВИЧ

ЖЕМЧУЖИНЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

Перевод с украинского

Переводчик Изотов Юрий Иванович

Киев, «Радянська школа»

Заведующий редакцией физики Н. Е. Зубченко.
Редакторы Л. Ф. Слабошпицкая, С. И. Карнаух.
Литературный редактор А. А. Невзгляд.
Художественное оформление В. Т. Косенко.
Художественный редактор Г. И. Грибова.
Технический редактор В. Н. Зайцева.
Корректоры С. Л. Фурман, Л. В. Калюжная.

ИБ № 6250.

Сдано в набор 11.06.87. Подписано в печать 08.12.87.
БФ 27702. Формат 70 × 90¹/₃₂. Бумага офсетная № 1. Гар-
нитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,6 +
+ 0,29 вкл. + 0,182 форз. Условн. кр.-отт. 16,14. Уч. изд.
лист. 7,36 + 0,26 вкл. + 0,20 форз. Тираж 100 000 экз.
Цена 50 к. Изд. № 32140. Заказ № 7—187.

Издательство «Радянська школа», 252053, Киев,
Ю. Коцюбинского, 5.

Отпечатано с текстовых диапозитивов Головного предприя-
тия РПО «Полиграфкинг» на Киевской книжной фабрике
«Жовтень», 252053, Киев-53, Артема, 25.